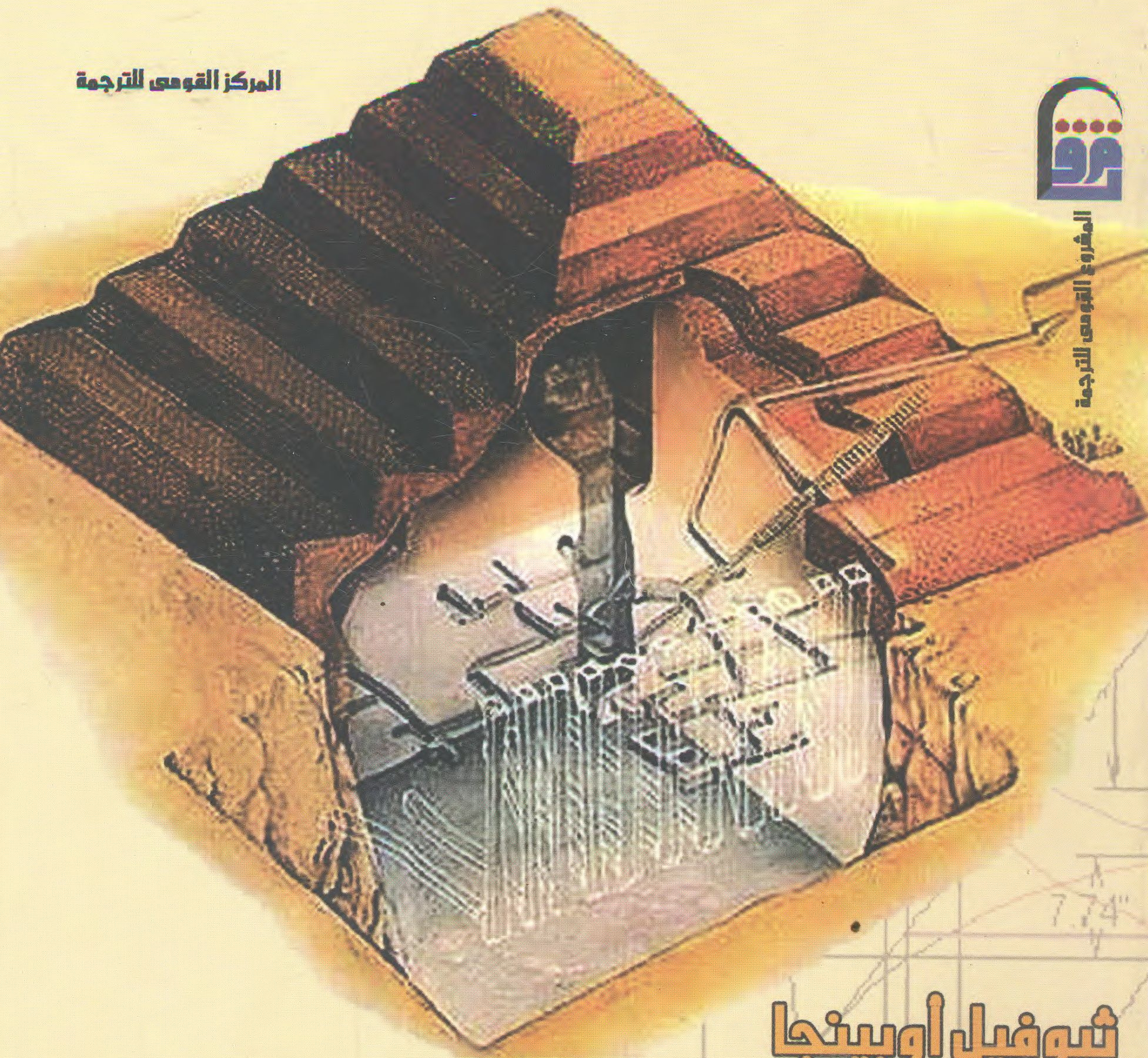
المركز القومى للترجمة



ثيوفيل أوبينجا

الهندسة فى مصر القديمة

مساهمة أفريقيا القديمة فى الرياضيات العالمية

1222

ترجمة وتقديم: حسام الدين زكريا

الهندسة فى مصر القديمة

مساهمة أفريقيا فى الرياضيات العالمية

المركز القومى للترجمة
إشراف: جابر عصفور

- العدد: ١٢٢٢
- الهندسة فى مصر القديمة
- ثيوفيل أوبينجا
- حسام الدين زكريا
- الطبعة الأولى ٢٠٠٨

هذه ترجمة كتاب:
La Géométrie Égyptienne:
Contribution de l'Afrique antique à la Mathématique mondiale
De : Théophile Obenga
©L' Harmattan, 1995

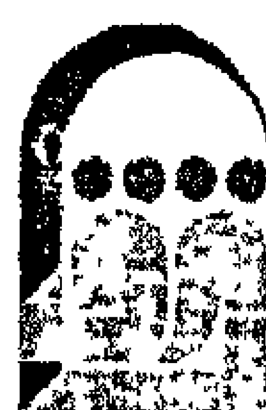
شارع الجبلاية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة ت: ٢٧٣٥٤٥٢٤ - ٢٧٣٥٤٥٢٦ فاكس: ٢٧٣٥٤٥٥٤
El Gabalaya St. , Opera House, El Gezira, Cairo
Tel.: 27354524 – 27354526 **Fax:** 27354554

الهندسة فى مصر القديمة

مساهمة أفريقيا القديمة فى الرياضيات العالمية

تـألـيــف: **ثيوفيـل أوبينجـا**

ترجمة وتقديم: **حسـام الديـن زكـريـا**



٢٠٠٨

بطاقة الفهرسة

إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية

إدارة الشئون الفنية

أوبينجا ، ثيوفيل

الهندسة فى مصر القديمة: مساهمة أفريقيا القديم فى الرياضيات العالمية / تأليف : ثيوفيل أوبينجا ، ترجمة: حسام الدين زكريا ؛

ط ١ ـ القاهرة : المركز القومى للترجمة ، ٢٠٠٨

٤١٢ ص ، ٢٤ سم

١ ـ الهندسة - تاريخ

(أ) أوبينجا ، ثيوفيل (مؤلف)

(ب) زكريا ، حسام الدين (مترجم)

٢ ـ العنوان ٥١٦,٠٩

رقم الإيداع ٧٢٨٢ / ٢٠٠٨

الترقيم الدولى : I.S.B.N - 977- 437 - 682 - x

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

تهدف إصدارات المركز القومى للترجمة إلى تقديم الاتجاهات والمذاهب الفكرية المختلفة للقارئ العربى وتعريفه بها، والأفكار التى تتضمنها هى اجتهادات أصحابها فى ثقافاتهم ولا تعبر بالضرورة عن رأى المركز.

الفهرس

مصنفات معهد المصريات "الشيخ أنتا ديوب"

الكراسة رقم١

علم الهندسة فى مصر القديمة

الشكل رقم ١

لوحة الغلاف: رأس مصرى من عهد الملك أخناتون (١٣٧٢- ١٣٥٤ق.م)، من الحجر الجيرى الأبيض، عثرعليها فى تل العمارنة- فيمــا بــين الأعــوام (١٨٩١ - ١٨٩٢)،

العالمان الأثريان هـ.كارتر H. Carter، و.م.ف.بيترى W.M.F.Petrie

مجموعة University College no. 009 لندن.



ثيوفيل أوبينجا

علم الهندسة فى مصر القديمة

مساهمة أفريقيا القديمة فى الرياضيات العالمية

مع ١٩٩ شكلاً ورسمًا توضيحيًا

Editions L'Harmattan
5 -7 rue de ll'Ecole- Polytechnique
75005 Paris

KHEPERA
B.P.11 91192 Guf – SUR- Yvette
France

Amonfont\Khepera لائحة الحروف الهيروغليفية

ISBN: 2-784-2977-7

ISBN 2-909885-03-8

إهداء خاص

أهدى هذا الجهد الأول للمعهد الأفريقى للمصريات "الشيخ أنتا ديوب Cheikh Anta Diop" إلى الآتى أسماؤهم:

- إلى إمحوتب Imhotep، رجل الدولة، والمعمارى، والكاهن العظيم، والفيلسوف والكاتب، وعالم الفلك، والطبيب، ومبدع أول إنشاء صرحى حجرى فى تاريخ البشرية.

- إلى أحمس Ahmose، والذى نسخ منذ أربعة آلاف عام واحدة من أشهر برديات الرياضيات فى مصر القديمة، وبذا نقل إلينا المثل العلمية لعالم الفراعنة الذى مجد قدرة الحساب.

- إلى توماس فوللر Thomas Fuller (١٧١٠-١٧٩٠)، أفريقى أمريكى، قدم إلى الولايات المتحدة فى عام١٧٢٤ فى الظروف الصعبة التى أحاطت بتلك الحقبة. وكان عبقرية رياضية فى القرن السابع عشر.

- إلى علماء الرياضيات الأفارقة المعاصرين، بمآثرهم فى مجالات العلم الحديث.

وهكذا تتجاوز الفكرة المادة التى تبلى تحت وطأة خطاها نجمة على الأرض، وليتمدد الضياء. لتتوهج المصابيح دومًا فى محراب الأفكار.

".. كم أتاحت لنا الوثائق البابلية والمصرية القديمة أن نعلو ونبعث من جديد، عندما اكتُشفت فى عصرنا هذا..!! لقد وضعتنا فى خضم حضارة حافلة لحقبة علم حق..".

(ليون برونشفيك – مراحل فلسفة الرياضيات – باريس P.U.F. الطبعة الثالثة ١٩٤٧– ص٢٦).

".. من بين جميع شعوب الأرض فى يومنا هذا، نجد أن الزنجى وحده هو القادر بجهوده المضنية على إقامة الدليل على تطابق حضارته مع حضارة مصر الفرعونية، بحيث يمكن لكلتا الحضارتين أن تكرس نفسها لأنظمة مرجعية متناظرة..".

الشيخ أنتا ديوب برازافيل، يوليو ١٩٩٤.

"أسبقيات الحضارات الزنجية: أسطورة أم حقيقة..؟".

باريس، الوجود الأفريقى، ١٩٦٧، ص.١٢.

مقدمة

هذا العمل، الكراسة رقم ١ للمعهد الأفريقى للمصريات الشيخ أنتــا ديــوب Cheikh Anta diop، مصمم كوسيلة تعليمية مفيدة، حيث يقدم علم الهندسة لــدى المصريين القدماء فى أسلوب تعليمى محكم ، بدءًا من الحساب البسيط لحجم الهرم الناقص، مرورا بمفاهيم الزاوية، عمليات التشابه والتماثل، حساب المساحات لعــدة أشكال رباعية الأضلاع، تربيع الدائرة، حساب المثلثات، مساحة السطح المحــدود بمنحنى ما، المستوى، مساحة القطع الناقص، حساب حجم عدة مجسمات..إلخ.

وتعتبر قيمة النسبة التقريبية Pi، وهى تقترب كثيرا من القيمة الحالية الآن، وتربيع الدائرة، والعامود، والمسلة، والهرم، والنسبة الذهبيــة، والميــزان...إلــخ، ابتكارات خاصة للهندسة الفرعونية.

وقد بدأ كل من طاليس، وفيثاغورث، وديموقريطس، فى اكتساب معلوماتهم فى الرياضيات، كل فى دوره فى وادى النيل عن طريق الكهنة المصريين، وذلــك من واقع أقوال عديدة وشهادات لهؤلاء الفلاسفة أنفسهم.

وفى تمييزه لعقيدة المعرفة، نجد أن أفلاطون قد شدد حقا علــى ضــرورة تكوين الروح العلمية، مع التركيز بصفة خاصة على الهندسة المــستوية، والفلــك، وهندسة الأجسام الصلبة، والهارمونية (الموسيقى)، وجميع العلوم التى تعتمد علــى أسلوب الجدل. وفى كتابه الجمهورية La Republique (VII,527 b)، عــرف أفلاطون الهندسة بأنها " معرفة ماهو موجود بصفة دائمة ". وقد بحــث أفلاطــون طويلا فى القوانين(VII,819a-d) مستندا إلى النموذج التعليمــى الــشامل لتعلــيم الرياضيات فى مصر.

وأكد أرسطو فى وضوح فى مؤلفه "الميتافيزيقا" أن مصر وحدها هى مهـد العلوم الرياضية.

وهكذا ينضم أكبر الفلاسفة اليونانيين إلى الشهادة التاريخية لهيرودوت، التى تفسر لنا أن الهندسة قد نقلت من مسقط رأسها مصربعد ذلك إلى اليونان عن طريق الطلبة اليونانيين الذين تلقوا تعليمهم فى مصر، وإلى هذا الحد كان التـاريخ القـديم قائما على العلاقات بين العلم المصرى والعالم اليونانى.

أما اليوم، فتعمل فجوة الذاكرة الثقافية العامة على أن يظل الأفارقة يعيشون مغيبين فى ظلال الشك التاريخى،ويجهلون تماما أو تقريبا، ماضـيهم الحقيقـى، لا يجدون حولهم سوى تفاهات مصورة لنماذج عرقية وانتصارات سـطحية للتـاريخ العرقى الأفريقى.

وعليه، فهناك أفريقى حقيقى يفرض نفـسه، دون خـوف، ودون تـردد أو رجفة، وعلى نحو خاص دون تسوية. ويجب ألا تسود سوى الأعمال التى تخـضع للنقد. أما النزاعات التى تنشأ عن الأحكام المسبقة المستمرة فيجب أن يتم إسـقاطها نهائيا لتحرير الأرواح.

وسيجـد الفلاسفة الأفريقيون فى هـذا الكتاب أمثلة ونمـاذج لاسـتخدام الـعقل والمنطق Rationalite` قبل مـولد العقل الهيلينـى بـآلاف الـسنين (جـان فرانسوا ماتى. Jean Francois Mattei (مـولد العقل فى بلاد اليونـان raison en Actes du Congres de Nice La Naissance de la Grece مايو١٩٨٧- باريس P.U.F. ١٩٩٠).

وسيجد الرياضيون الأفريقيون أيضا تحت تصرفهم مادة متسقة ومتماسـكة، تتعلق بكتاب "المواد الرياضية والروح العلمية للأفريقيين القدماء

"Objets mathematique et l'esprit scientifique des africaines de l' antiquite".

وليس هناك شعب ممن يعيشون بيننا اليوم فى أى جزء من العالم يتجاهل أو يخفى ماضيه، وتاريخه، فكل الشعوب اليوم تحيا مع ذكرياتها الثقافية. ومن الضرورى والمفيد أن تعرف تاريخها، وتطورها الثقافى، فى الزمان والمكان، وذلك لفهم وإدراك التطور المستمر للإنسانية بصفة عامة على نحو أفضل، والمشاركة أيضا فى وضوح وإحساس بالمسئولية. فالتزمت الوطنى "الشوفينية" ما هو إلا تظاهرات جهل أمام العالم تنمو كالسيقان الجذرية، ومن جهة أخرى، فالأمس مثل اليوم، وفى العصور القديمة مثل أيامنا هذه، لايجب أن يكون العلم سوى فى خدمة ازدهار الإنسانية جمعاء، وقد أكد ذلك عالم كبير من علمائنا المحدثين قائلا: ".. إن المستوى الفعلى للأساليب الفنية، وتطور العلوم، ووفرة المواد الأولية، وإمكانات استخدام الموارد الجديدة للطاقة، قد وصلت إلى درجة كفلت معها مستوى مضمونا ومؤمّنا لحياة الأمم كافة.." (فريدريك جوليو كورى Frederic Joliot-Curie، نصوص مختارة، مقدمة ل . ج. د. بيرنال j.d. Bernal– باريس– Editions Sociales – ١٩٥٩– ص ٢٨٤).

واليوم يجب على الإنسانية أن تطور فضائل الشجاعة لديها، فضائل التضامن والمشاركة، إذا كان من الأحرى لنا أن نتكلم عن السلام والنعيم فى هذه الدنيا، مع الدعم الذى تتيحه العلوم والتعليم، فهى لم تكن أبدا حكرا على عشيرة إنسانية واحدة.

وفى جميع الأحوال، فقد كانت الرياضيات العلمية المثالية لمصر القديمة دائما نموذجا مثاليا للكمال الأخلاقى والاجتماعى، وللجمال المادى والروحى، وللإبداع الإنسانى، باسم الطاقة الإلهة الكونية، والتى أطلق عليها الفراعنة لفظ ماعت Maat الإلهة الحكمة والحقيقة.

الخط المستقيم

Ligne Droit

١– الخط المستقيم: إذا كان لدينا نقطتان B و A. فلا يمكن للمرء أن يمر بينهما سوى بخط مستقيم مفرد. وهو الخط AB. والخط المستقيم غير محدد بطول معين من الجهتين. إنه يبدو فى صورة خيط ممدود.

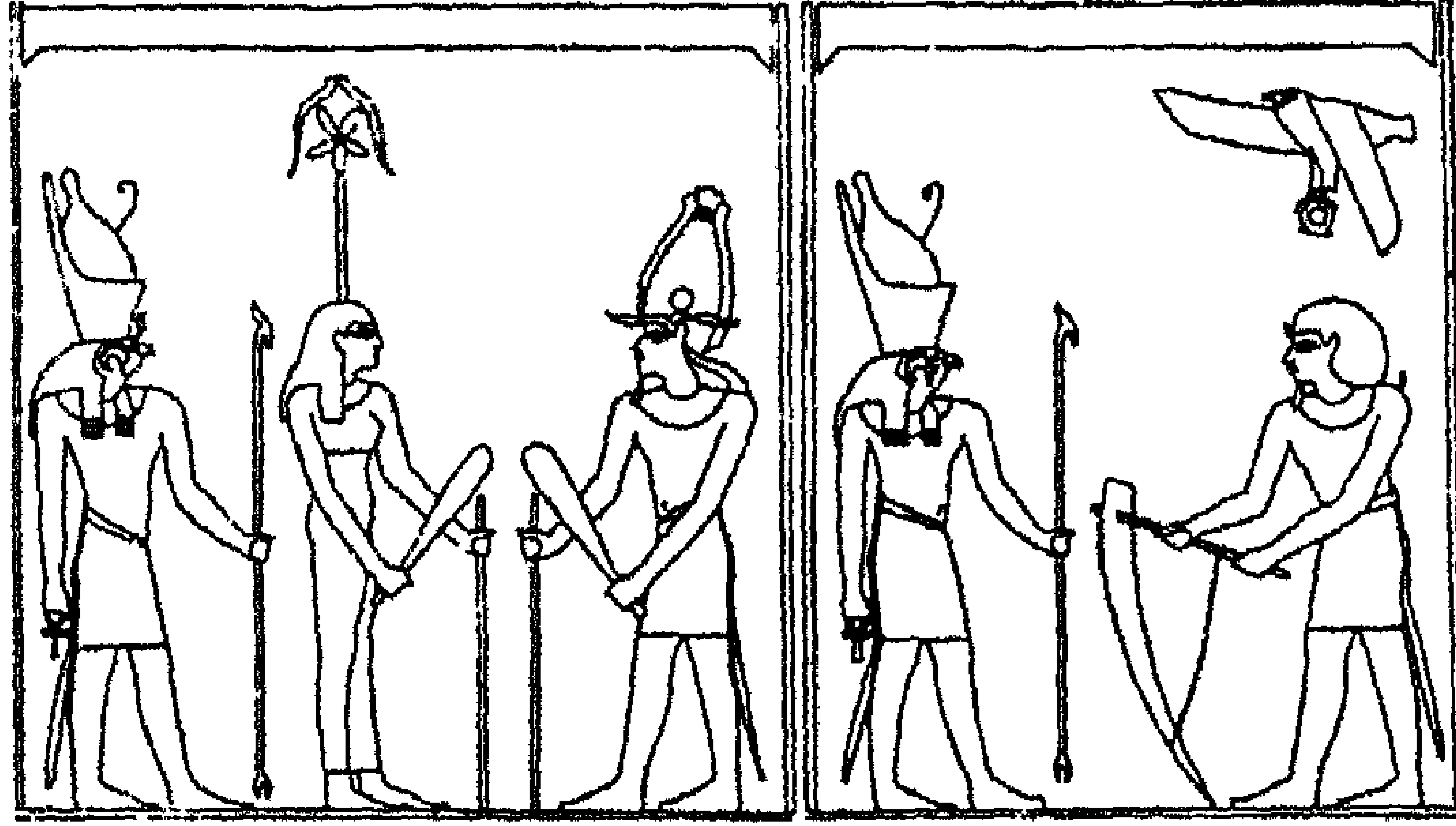
وكما يقول هيرودوت: لقد نشأ ابتكار علم الهندسة، أى فن قياس الأرض Geometrie، فى مصر، حيث كانت الأرض الصالحة للزراعة (حقول الفرعون) تقسم بالتساوى بين كل المصريين(هيرودوت،II، ١٠٩)، ومن ثم نجد أن المصريين القدماء قد قاموا بمسح أراضى الحقول لأغراض الرى ورسموا خطوط المحاريث باستخدام خيط ممدود بطول ١٠٠ذراع . وكان الذراع الملكى يساوى حوالى ٥٢ سم.

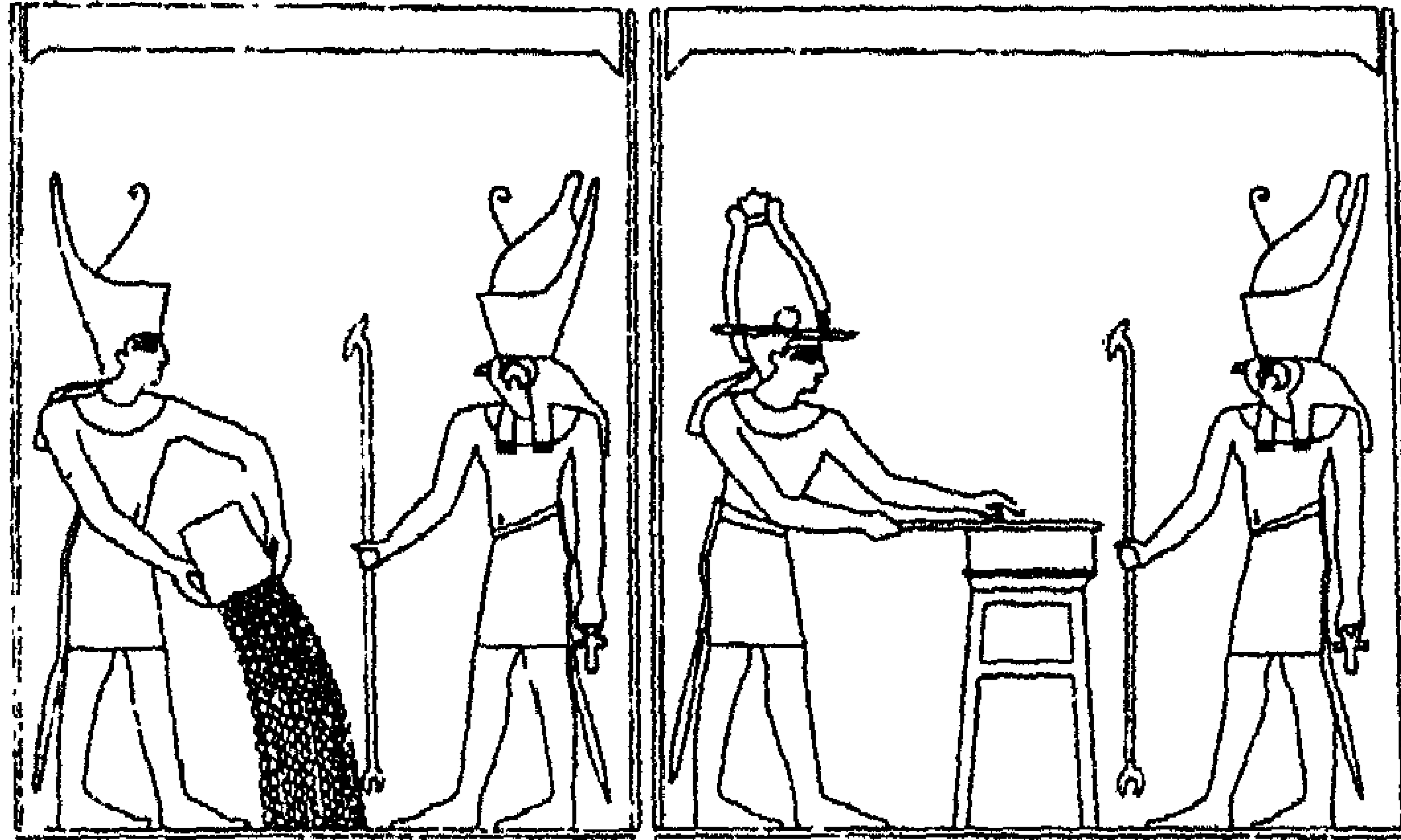
وهناك أيضا طريقة أخرى لرسم الخط المستقيم على الأرض باستخدام الأوتاد. حيث يركزالعامل عينه على نقطة ما ولتكن A ، ثم يغرز وتدا C، بحيث تكون النقطة C على الشعاع المرئى AB: وبذا يعلِّم الخط المستقيم AB. ولقد اعتاد (الفرعون) المصرى القديم ممارسة طريقة "الخيط الممدود" بكل دقة عند تشييد قاعدة معبد ما، وذلك لإقامة الزوايا الأربع لقاعدة المبنى على أساس هندسى، وذلك بعد أن يكون قد حدد اتجاه محورالبناء فلكيا. وكان مد الخيط يتم بمساعدة وتدين مشدود بينهما خيط.

وتعنى كلمة ، نبا neba "الشاخص أو العلم" الذى يغرسه الفرعـون فى التربة (تعنى كلمة " يُنصِّب أويضع"). والشاخص هو فى الواقع ذلك الوتـد الذى يقيم الاتجاهات المستقيمة، ويعلم المسافات. وعملية تحديد الاتجاهات عبـارة عن نصب (dw) شواخص أو أوتاد (nb3w) على مسافات معينة لتحديد اتجاه ما، أى خط مستقيم (ثيوفيـل أوبينجـا Theophile Obenga، "الاتجاهـات الفلكيـة والهندسـية للمبـانى Orientations astronomique et Geometrique des edifices"، الصفحات ٢٦٧-٢٧٤من كتاب" الفلسفة الفرعونية La Philosophie pharaonique، باريس - دار نشر لارماتان L'harmattan، ١٩٩٠، مـع نـسخ لنصوص مصرية).

وفى مصر القديمة يصادف المرء كل الحقـائق الهندسـية: نـصف الخـط المستقيم، وقطاع الخط المستقيم، والخط المتكسر أو المضلع، والخط المنحنى، وأى شكل هو عبارة عن مجموعة من النقط والخطوط. والهندسة المصرية تتألف مـن أشكال يرسمها الكاتب أو الناسخ: عبـارة عـن مثلثات،مـستطيلات، مـضلعات، أسطوانات، دوائر، قطاعات ناقصة Ellipses، أهرامات، أشباه منحـرف مربـع Trapeses، ومعينات Losanges... إلخ.

٢- قياس قطاعات الخط المستقيم. يشير قياس قطاع من خط مـستقيم إلـى قياس الجزء من الخط المستقيم الواقع بين نقطتين منه، أى عدد الوحدات، أو أجزاء متساوية من الوحدة، التى يحتويها. وبذا يكون العدد الناتج هو قياس القطاع.

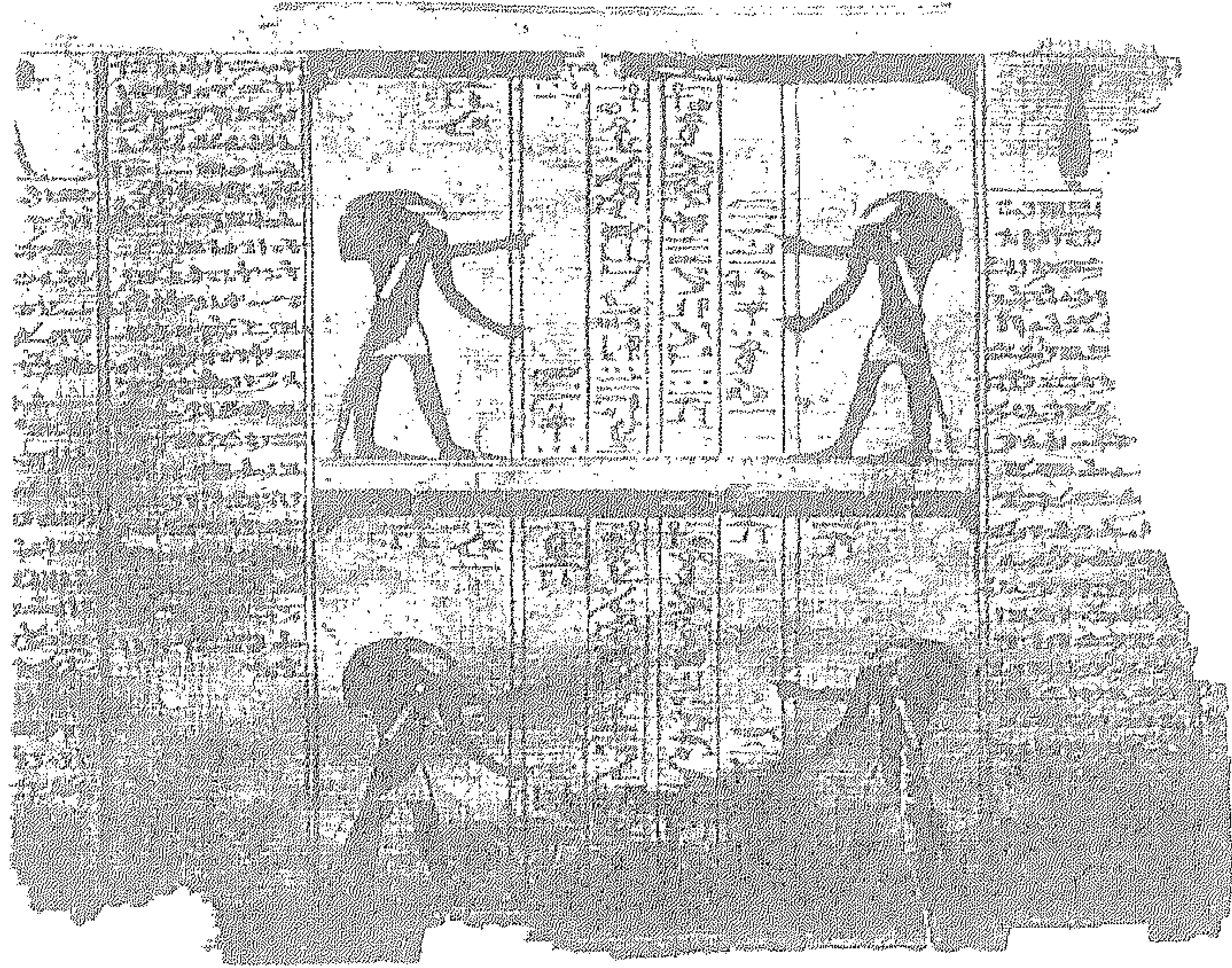




شكل رقم ١ : طقوس وضع أساس المعبد: غرس الأوتاد، لحفر التربة

رش الرمال، صب الطوب فى القوالب

(عن ROCHEMONTEIX_CHASSINAT، معبد إدفو، اللوحة XL).



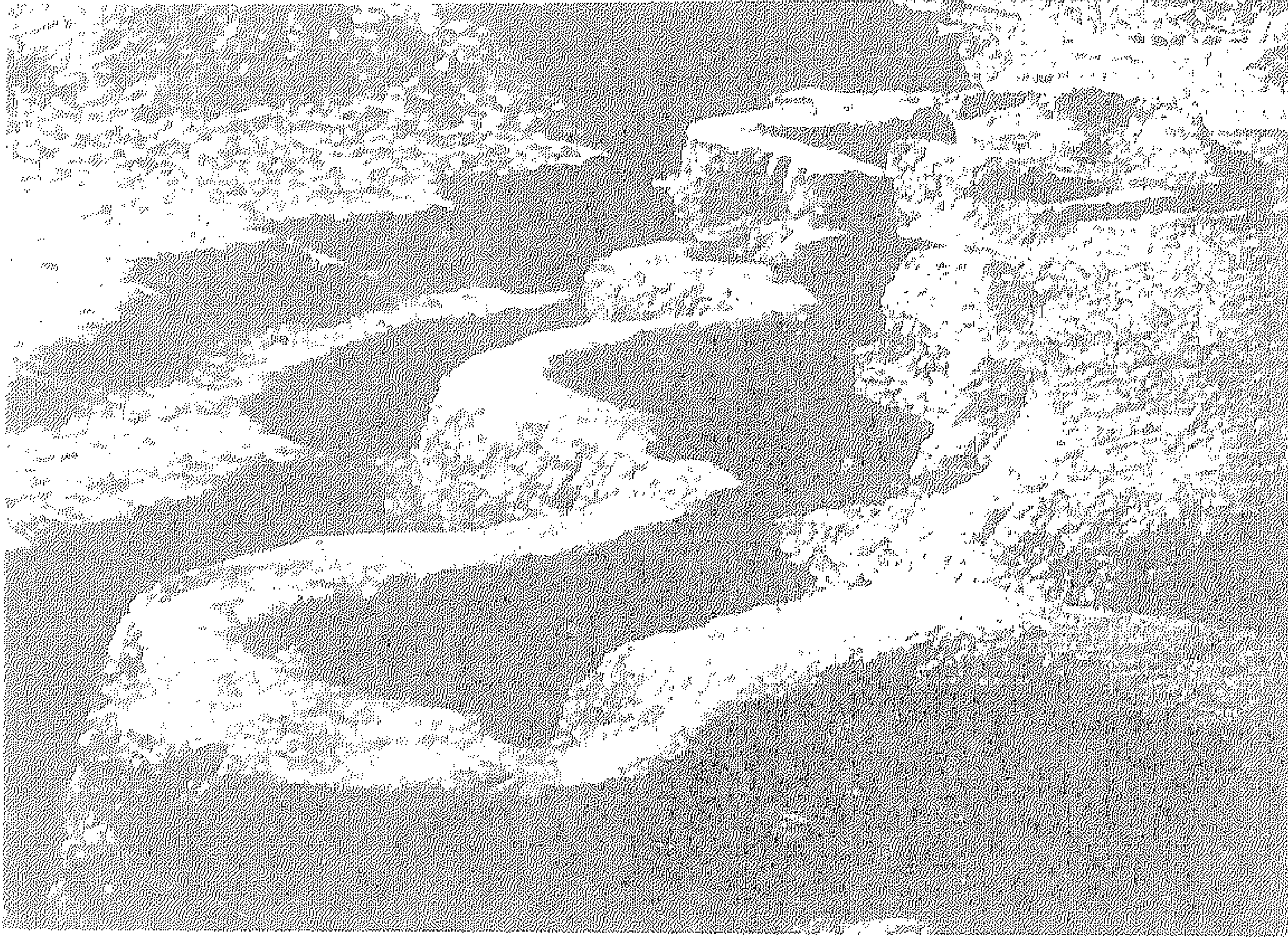
شكل ٢ : بردية نحيمسوموت. زخرفة غلاف الفصل ١٦١ من كتاب الموتى.

كان نحيمسوموت كاهن أرمنت (فى مصر العليا)، الفترة الثالثة الوسطى(١٠٨٥ – ٧١٥ق. م) – تصوير J.-L. Bovot، يخضع إطار الكتابة هنا لهندسة صارمة: فى خطوط مستقيمة ومتوازنة، كما أن الفراغ المتاح من البردية متوازن وموزع، قبل تلقى النص نفسه. إنه عمل يسبق ظهور الرسم الهندسي.

وفى الشكل رقم ١، تصور اللوحة I (أعلى إلى اليسار) أولى الشعائر الطقسية لوضع أساس أحد الصروح المعمارية المقدسة. ويتعلق الأمر هنا بعملية تثبيت الشواخص أو الأوتاد، أى مد خطوط مستقيمة عن طريق وضع تلك العلامات (أوتاد، أعلام، شواخص) لتحديد مساحة الأرض المختارة، وزوايا المبنى الأربع. وهنا يبدو الفرعون وقد ارتدى تاج أتيف atef للإله جب Geb (تحمل قمة

التاج شمسا صغيرة، وقد زينه قرنا كبش فى وضع أفقى)، ويساعده الإله حورس، حاكم مملكة السماء والنجوم (وقد ارتدى التاج المزدوج لمصر العليـا والـسفلى)، وهنا يبدو الفرعون منهمكا فى غرس (دوى dw) الوتد أو الشاخص (نيبا neba)، بينما تساعده الإلاهة سيشات Seshat، ربة الحساب والإنشاءات والكتابة.

ويجرى رسم الخط المستقيم على الأرض باستخدام تلك الطريقة، الأوتاد أو الشواخص.

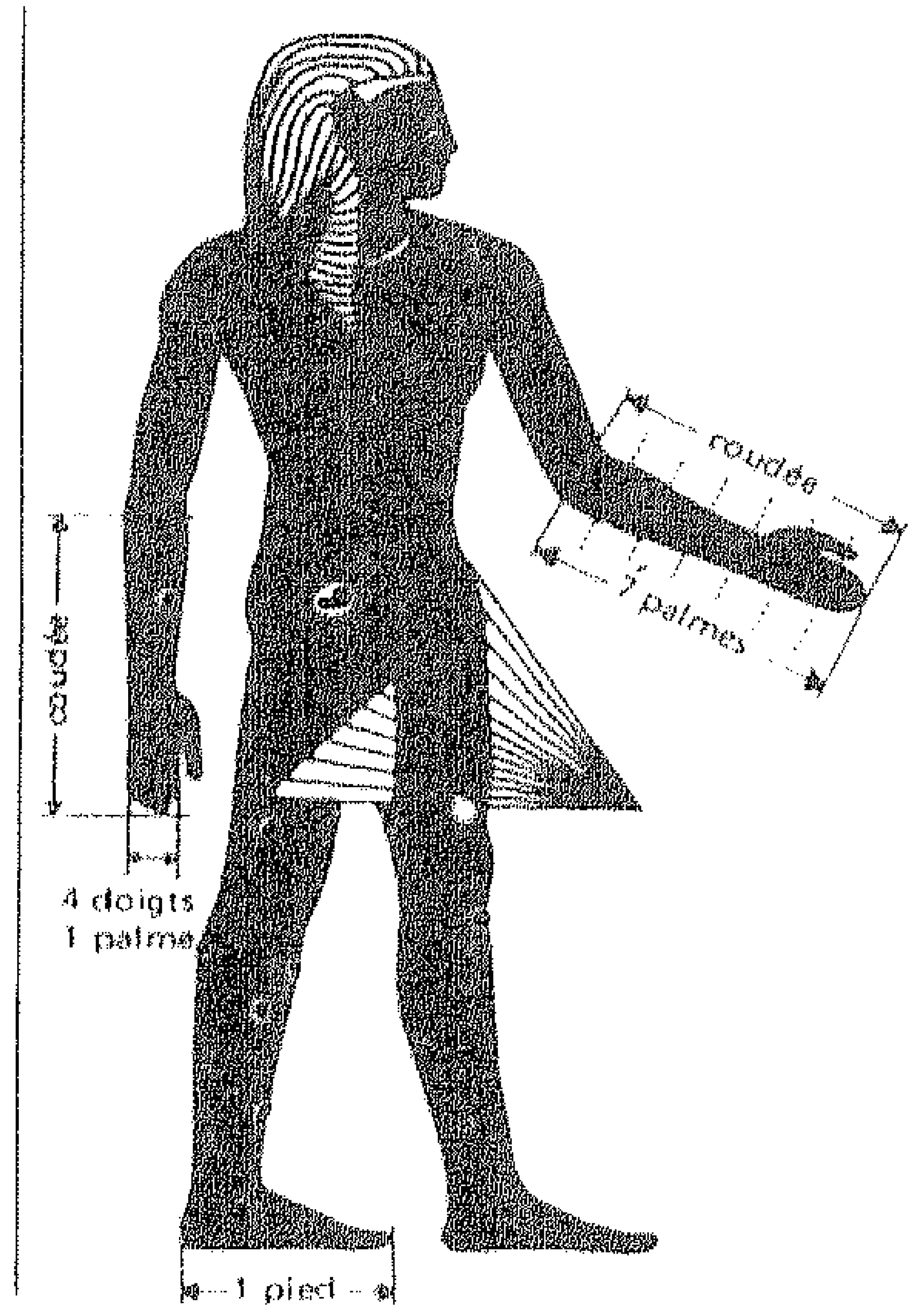


شكل رقم ٣: جدار لسورمبنى على شكل المنحنى الجيبى Sinusoidal.

والملاحظ أن ذلك الطراز من الجدران المنحنية لم يظهر فى مـصر قبـل الدولة الوسطى (٢٠٥٢ – ١٧٧٨ ق. م). ويتشكل ذلك الطراز من الجدران مـن الطوب اللبن فى سطح يتكون كلية من مسار منحنى متنـاوب، لإضـفاء حمايـة ومقاومة كافية ضد الرمـال والأتربـة (Gustave Jequier "Douze ans de fouilles dans la necrobolle memphite اثنا عشر عاما من الحفريات فـى جبانة ممفيس، جامعة نيوشاتل ١٩٤٠، ص١٥٤– شكل ٤٥)

كان لدى المصريين القدماء وحدات ووحدات فرعية متساوية وقومية لقياس الأطوال: فكان الذراع الملكى يبلغ طوله٥٢ سم، والذراع الصغير ٤٥سم. وذلك الأخير (والذى يحمل اسم ماهى mahi) يساوى ٦ أشبار (شيسيب Shesep)، ٢٤إصبعا (دجيبو djebaou)، كما كان هناك مقياس لمضاعفات الذراع، وهو الخيت Khet، ويساوى ١٠٠ ذراع، والمقياس إيترو Itrou، والذى يساوى ٢٠٠٠٠ ذراع، حوالى ١٠,٥ كيلومترًا.

وكان الذراع الأكادى "أماتوم Ammatum" يساوى ٥٠ سم تقريبا، أى يساوى الذراع الملكى المصرى تقريبا. والذراع اليونانى بيتشوس Pechus، ويساوى ١ قدما ونصف القدم، حوالى ٤٥ سم، أى أنه مساوٍ للذراع المصرى الصغيرتقريبا. وعند قبائل الدوالا فى الكاميرون، كان قياس الطول "ديبونجو dibongo" (بمعنى ذراع)، ويساوى ٥٠ سم تقريبا، مثل الذراع الأكادى (حوالى ٥٠سم تقريبا)، والذراع المصرى ٥٢سم:



شكل رقم ٤: قياسات الطول عند قدماء المصريين

مه mh، ميه meh ، ماهى mahi (بالقبطية):١ذراع ملكى=٧ شبر=٢٨ إصبعًا

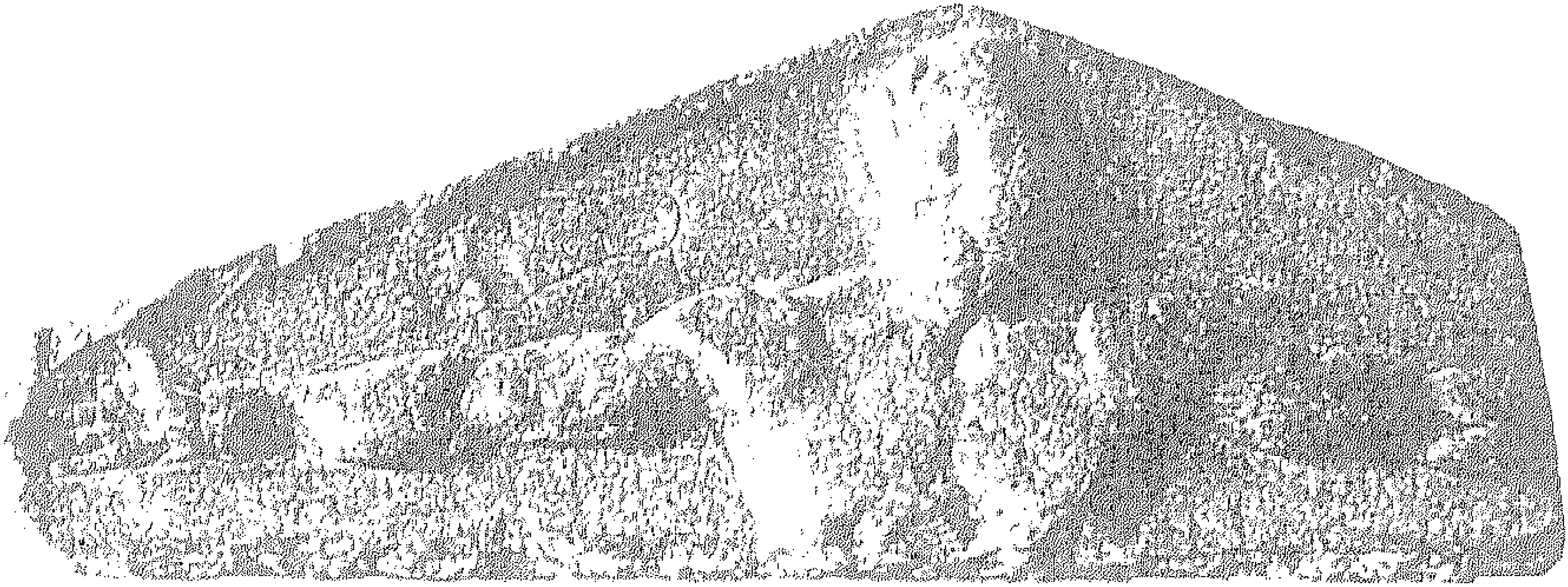
سب ssp، شيسب shesep الشبر palme

دب db، دجيبا djeba: الإصبع

وكان الذراع الملكى يساوى ٥, ٥٢ سم، والذراع الصغير يساوى ٤٥سم وبالنسبة لأعمال المساحة، فقد كان يقوم بها المساحون، وهم موظفون من ذوى المكانة، وعلى مستوى عال من التعليم، وقد تلقوا فنون الهندسة على يد ديموقريطس Democrite (المقتطف ٢٩٩)، وهؤلاء هم من يستخدمون مطمار المساح chaine d'arpenteur، وهو عبارة عن حبل بطول١٠٠ ذراع، مقسم إلى عقد بينها مسافة ثابته تساوى ذراعا (٥٢,٥سم)، وذلك لقياس المسافات بين مختلف حدود الحقول على سبيل المثال.

ومنذ بداية الألفية الثالثة قبل الميلاد، كان الذراع المصرى ٥٢ سم يشكل وحدة الطول، مع تقسيمه لأشبار، وأصابع، ووحدات أصغر أيضا، تناظر السنتيمتر والمليمتر وأنصاف المليمتر. والذراع الخشبية، وهى لأحد الفراعنة الذين حملوا اسم أمنحوتب فى الدولة الحديثة (١٥٦٧ – ١٠٨٥ق.م)، بطول٥٢,٥ متر، وهى عبارة عن مسطرة مدرجة مقسمة إلى أصابع(١٨مم)على طول الذراع (٥٢,٥)، وتدريجات الوحدات المختلفة معلّمة بحزوز ملونة باللون الأبيض. وتلك المسطرة المدرجة موجودة الآن فى متحف تورينو (inv at. 6347، خشب، الطول ٥٢,٥ سم، سقارة، مجموعة دروفيتى Drovetti).

ولا يزال هناك بالمتحف المصرى بتورينو، ذراع ملكى يمكن طيه، وله غلاف من الجلد (inv.Cat.8391، خشب مذهب، الطول ٥٢,٥ سم ، دير المدينة، مقبرة خا Kha)، وهناك ذراع ملكى آخر من الخشب المكفّت بالذهب، وكان هدية شخصية من الفرعون أمنحتب الثانى (١٤٥٠-١٤٢٥ ق.م) إلى المعمارى خا Kha (Inv.suppl. 8647، خشب مذهب، الطول٥٢,٥ سم، دير المدينة، مقبرة خا).



شكل٥: نحت بارز للمقاييس من العصر اليونانى، أكسفورد

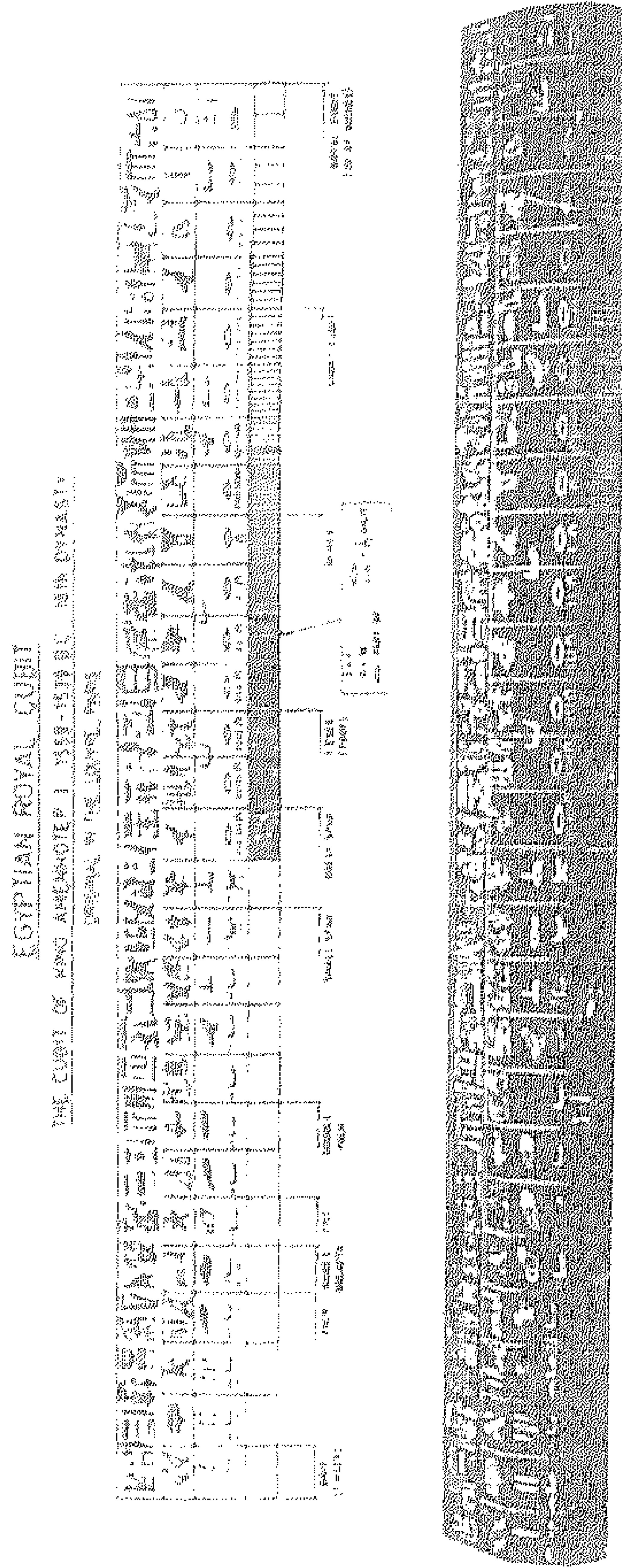
متحف أشمول Ashmolean Museum - ٤٣٨ ق.م تقريبا.

وتكشف لنا تلك الوثيقة الأثرية عن تأثير مصرى مباشر، على المستويين التشريحى أو القياسى بوجه خاص: A.Michaelis، النحت القياسى البارز بأكسفورد، "صحيفة الدراسات الهيلينية"، Iv,1883 pp.335 – 350.

وفى مستهل أحد كتبه، نجد بروتاجوراس Protagoras (٤٨٥-٤١١ ق. م)، وهو فيلسوف ومتصوف يونانى، يعلن قائلا" الإنسان هو مقياس كل الأشياء، سواء منها ما له وجود، أو ماينتفى وجوده. (ضد الرياضيين) (Sextus Empericus, contre le mathematicians) .vII,60

مقياس الذراع الملكى المصرى

مقياس الذراع للملك أمنحتب الأول (١٥٥٩-١٥٣٩ق.م) الأسرة السادسة عشرة (الأصل فى متحف اللوفر- باريس).



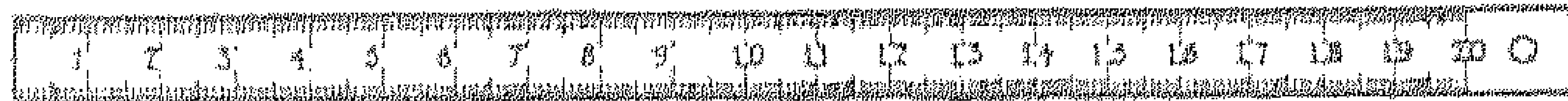
شكل رقم ٦: التقسيم الممكن لقضيب القياس الملكى. بإذن من Mj.Puttock B.Sc. معمل التوحيد القياسى القومى C.S.IR O.، سيدنى ، أستراليا.

وفى تلك المسطرة، تم تقسـيم الـذراع (٥٢,٥) بها إلى وحدات الإصـبع (١٨ مم) ريتشارد ج. جيللينجز: الرياضيات فى زمـن الفراعنـة (Richard J. Gellings:Mathematicsin the time of pharaohs).



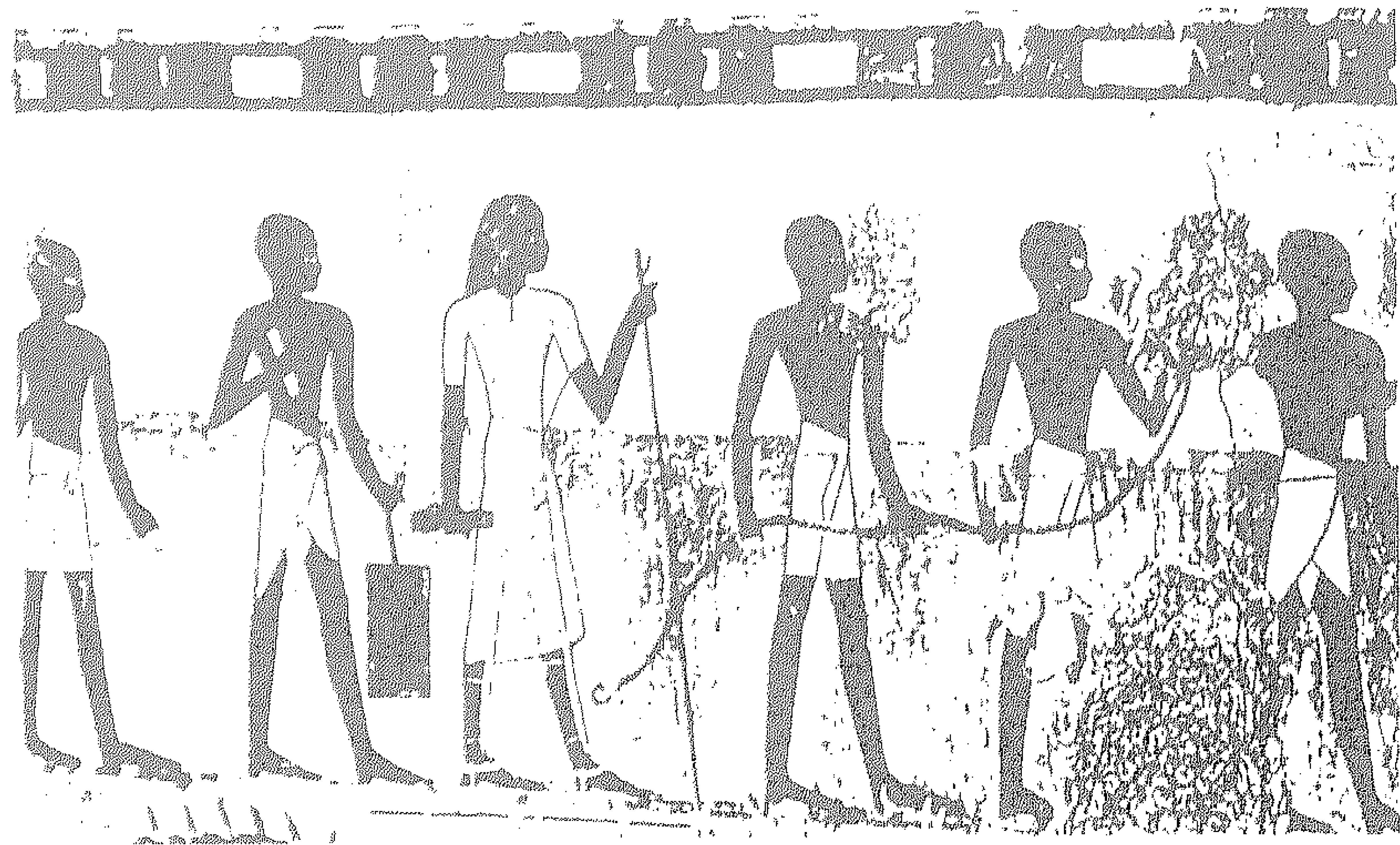
شكل٧: مقياس الطول فى حضارة مابين النهرين(اللوفر- باريس).

كانت القياسات الطولية فى أراضى ما بين النهرين تقوم على أساس الذراع السومرى، ويساوى ٤٩,٥ سم، وهذه المسطرة، والتى وردت إلينـا مـن تمثـال جوديا Gudea ملك لاجاش Lagash (٢١٧٠ق.م) توضـح تقـسيمات مقيـاس الإصبع إلى اثنين وثلاثة وأربعة وخمسة وستة أقسام، وبذا فإن كل ٣٠ إصبعًا مـن مسطرة بطول١,٦٥ مترًا تساوى ذراعا واحدا (الاسـم كـوس Kus فـى اللغـة السومرية، وأماتوم ammatum بالأكادية، أى ٤٩,٥ سم.



شكل٨: مسطرة نجار مقسمة إلى أجزاء الإصبع.

وفى أغراض الرسم كانت تستخدم المسطرة مضاعفة السنتيمتر double – centimetre من الخشب أو من السلولويد، أو فى أعمال الورش، فكانت تستخدم مساطر من الصلب مقسمة إلى سنتيمترات، ومليمترات، وأحيانـا إلـى أنـصاف المليمترات. ولقد كان الذراع المصرى سباقا فى استخدام ذلك النوع مـن الأدوات (مضاعفة الديسيمتر double decimetre، والمـسطرة المدرجـة إلـى أجـزاء المليمتر) لقياس الأطوال.

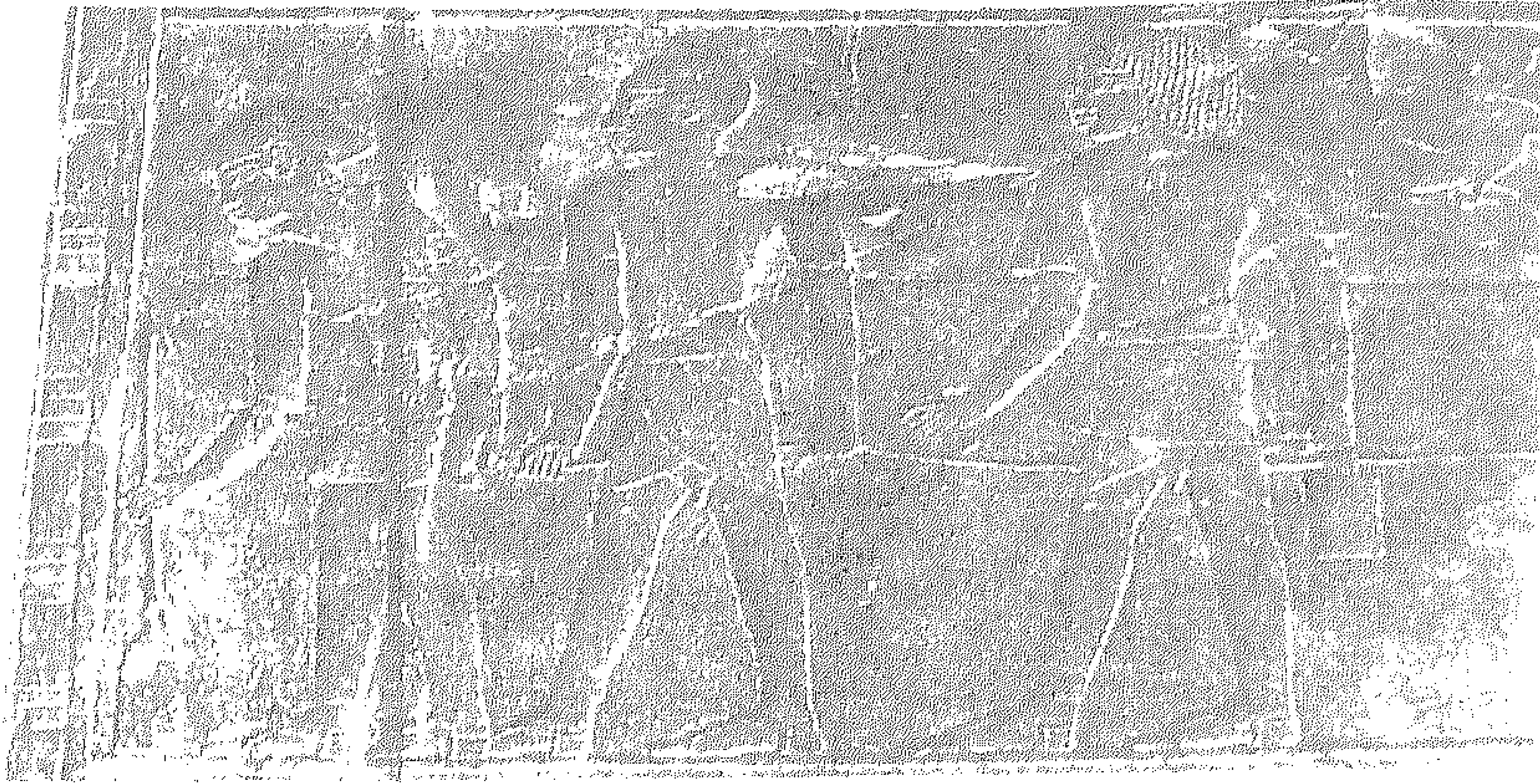


شكل ٩: عملية قياس – الدولة الحديثة (١٨٥٠ الأسرة الثامنة عشرة – ١٣٢٠). ويرى الكاتب وقد غطى صدره وأكتافه وذراعيه، وارتدى تنورة (جونلة طويلة) وانتعل صندلا. وخلفه مساعده، ويتقدمه مساحان يمسكان بالمطمار، وهو حبل بطول ١٠٠٠ ذراع به عقد (Sergio Donadoni – arte egizia الفن المصرى، الناشر جوليو إيناندى Giulio EinandI – ١٩٧٥– رسم إيضاحى رقم ١١١).

وهذا المنظر مأخوذ من مقبرة (طيبة رقم ٣٨) لمن يسمى جسر كارع نب Djesekareseneb ("له القداسة وقوة الضوء (رع Ra) فى اكتماله")، وكان محاسبا لمخازن الغلال (الشون) عند آمون. وفى تلك المقبرة، كانت هناك أيضا صورة للإلاهة الحية رينينوت Renenoute، حامية الزروع والمحاصيل، وبالمقبرة منظر خلاب لمائدة حافلة.



شكل رقم ١٠: كاتب ومساعده يقومان بقياس مساحة حقل قمـــح لتحـــصيل الضرائب المستحقة. مقبرة مينا Menna (رقم٦٩)، وكان المسئول الأعلـــى عـــن سجل المساحة - الأسرة الثامنة عشرة (حـــوالى ١٥٥٠ -١٣٠٧ ق.م)، وكانـــت الإدارة المصرية تهتم بالإجراءات الدقيقة وتحقيق العدالة.



شكل رقم١١: منظر لأعمال المساحة (الأسرة الثامنة عشرة).

طيبة مقبرة شيخ عبد القرنة Cheikh Abd-el-Gournah، المقبرة رقم٥٧ لخيمعهت Khaemhat، الكاتب الملكي، ومفتش شون الغلال لمصر العليا والسفلى ابان حكم أمنحتب الثالث (١٤٠٨ – ١٣٧٢ ق.م).

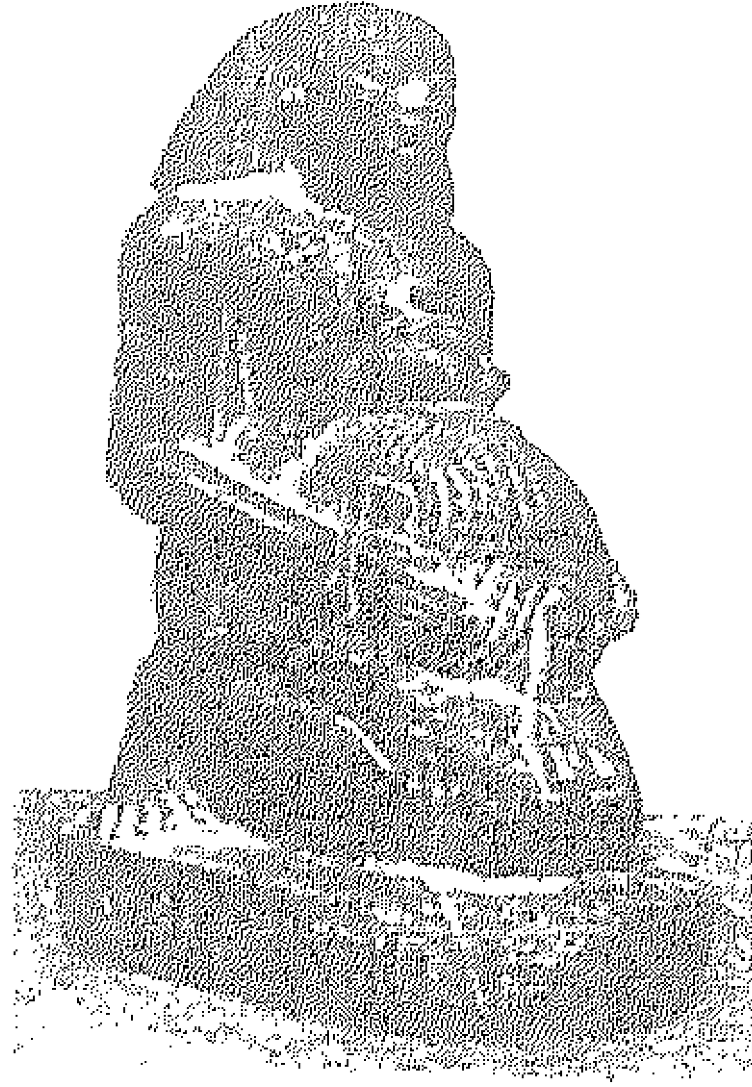
وكان خيمعهت يقوم بمراجعة إنتاج التربة من زراعات الحبوب، والإشراف على مناسيب الإنتاج على مستوى الدولة كلها ، أى أنه كـــان وزيــرا للاقتــصاد والزراعة، وكان رجلا واسع النفوذ ويحظى بتقدير من البلاط الفرعونى، وقد قلده الفرعون أمنحتب الثالث قلادة ذهبية فى حضور شخصيات بارزة بالمملكة. كمـــا كان خيمعهت هذا خبيرا واسع الثقافة: فمقبرته لا تضم مناظر من مسيرته المهنية فقط، بل تحتوى على مناظر طقسية نـــادرة أيــضا (عبـــادة الــشمس، الــشعائر الأوزيرية، وصف حقول الجنة، وحجيج الروح إلى أبيدوس، وباقات زهور تتصدر المكان الذى يرمز إلى الحياة فى جوهرها الثاقب بما فيها مـــن ســـحر ودهـــشة، وأجواء أثيرية..إلخ).



شكل١٢ رقم: اللوفر E.1157

تمثال سينيموت Senemout المهندس المعمارى للملكة حتشبسوت (١٥٠٤ –١٤٨٣ ق.م)

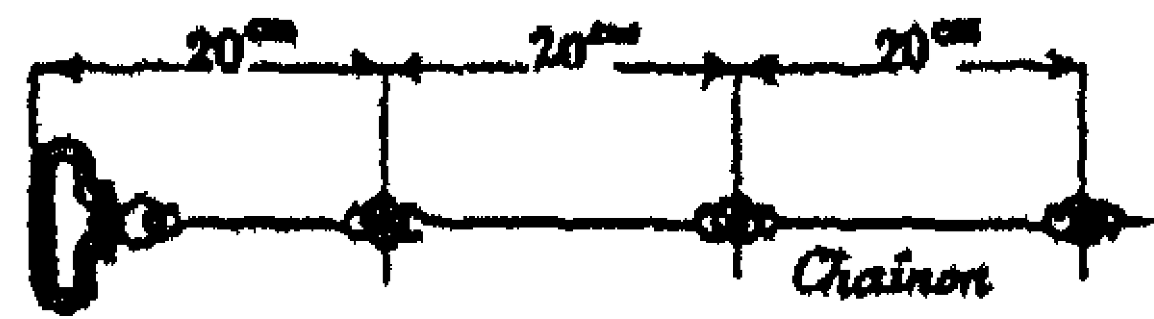
فى هيئة مساح الأراضى، وهنا يبدو راكعا على ركبتيه، وقد أمـــسك بـــين فخذيه بلفة الحبل المستخدم فى عمليات المسح للمعابد الإلهية، وتستند لفـــة الحبـــل على دعامة يقبض عليها سينيموت بين ركبتيه، والتمثال من حجـــر الكوارتزيـــت بارتفاع١٠سم.


شكل ١٣: القاهرة ٧١١

بيننحريت Peninheret راكعا على ركبتيه فى هيئة مساح الأراضى ، عصر أمنحتب الثانى (١٤٥٠ – ١٤٢٥ ق.م)، وهو يحمل فى حجره كيسا لابد أنه يحتوى- طبقا لرواية بوركهارت Borchardt- على الأدوات الفلكية والمساحية. جرانيت رمادى بطول٤٢سم.

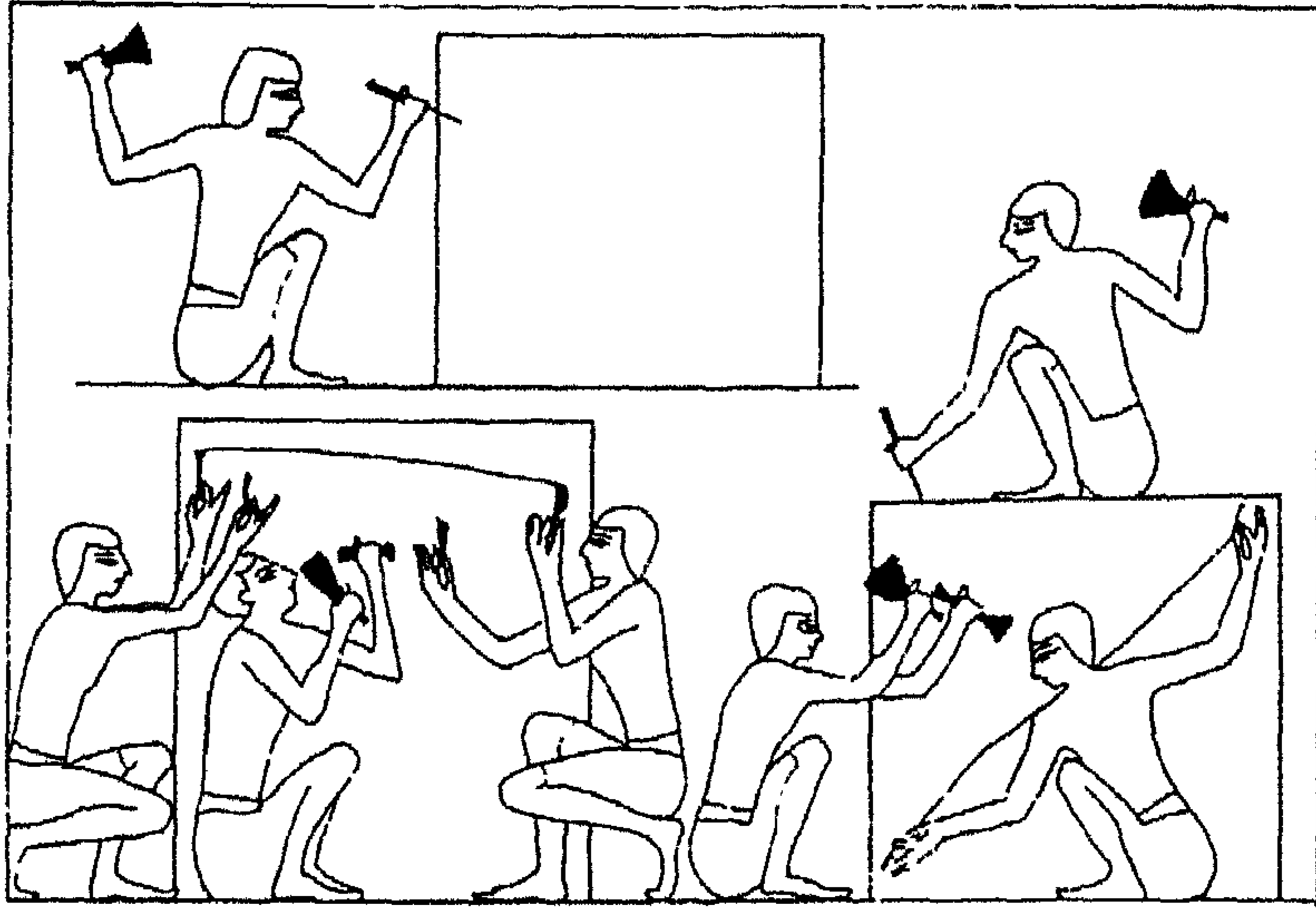

شكل رقم١٤: القاهرة ٤٢١٢٨

تمثال أمنمحعهت سيرر Amenemhat Serer؛ مساح أراضى من عصر أمنحتب الثالث (١٤٠٨ – ١٣٧٢ ق.م). وهنا نجده لا يقبض على لفة الحبل بين فخذيه، بل يضعها أمام ركبتيه. بينما تستند اللفة على رأس كبش، والذى يمسك بأطراف الحبل. رخام بطول٣٣سم.



شكل رقم ١٥: سلسلة المساح

قسمت سلسلة المساح ذات الطول ١٠ أو٢٠ مترًا إلى وصلات بطول ٢٠ سنتيمترًا يتم توصيلها ببعضها بحلقات. وهى أداة كانت تستخدم لقياس الأطوال. إن سلاسل المساحين الأولى فى تاريخ البشرية كانت مصرية. وبذا فمن المؤكد أن هندسة مسح الأراضى قد ولدت تماما فى مصر، وذلك على حد قول هيرودوت Herodote أبو التاريخ.



شكل رقم ١٦: نحت الأحجار بمقاييس دقيقة

ويحتل ريخمير Rekhmire أو ريخميرا Rekhmira، "ذلك الذى عرف كالضوء"، المقبرة رقم ١٠٠(طيبة، شيخ عبد القرنة Chiekh Abd el - gournah، وكان رئيسا للوزراء (Vizir)، وحاكما لطيبة، تحت حكم أمنحتب الثالث (١٤٠٨-١٣٧٢ ق.م). وتضم مقبرته معلومات غزيرة وإرشادات حول موضوعات تتعلق بالحرف الرئيسية: النحت، البناء، النجارة الصياغة، الصباغة، تصنيع الطوب، وقطع الحجارة،.. إلخ. وتكشف لنا قطعة الحجر المنحوتة، منذ عصر البدائيين الأفارقة Australopithec africains (أول من استخدم النار والحجر) عن فكرة وتصور رائد، وعن ذكاء إنسانى: وهذا هو الفرق تماما بين المعمارى والنحلة. إن الفكرة الهندسية هنا تتبدى لنا لكى يتم الحصول على الحجر المنحوت طبقا لمقاييس معينة ودقيقة، ولكى تؤدى وظيفة ليست أقل دقة وإحكاما. والنحلة "تجريبية Empirique" بطبعها (لا تعرف سوى التجربة والاختبار والملاحظة)، أما المعمارى فهو "مثالى Idealste" فى تفكيره (يسعى دوما خلف تصور ذهنى

بمساعدة الخيال).. وشعار المعماري هو "الفكرة قبل كل شـــيء". وتلــك الفكـــرة هندسية فى معناها الواسع. ولقد كان حبل القياس والمسطرة المدرجة هما الأداتـــان الرئيسيتان المستخدمتان فى مصر القديمة لقياس الأطـــوال، وظهـــور المـــسطرة المدرجة لا يعنى سوى أن المصريين كانوا يعرفون السمات الرياضـــية الأساســـية للخط المستقيم، والتى تقول بأن الخط المستقيم هو أقصر مسار بين نقطتين.

II

محيط الدائرة

Circonférence

محيط الدائرة

١ – **السطح المستوى:** لقد أوحى سطح الطبقة المائية الساكنة، بفكرة المستوى أو السطح المستوى. والحرف الهيروغليفى رقم ٣٧، من قائمة جاردنر Gardiner، والذى يمثل بركة أو مستنقعًا، هو فى الواقع مساحة من الماء الساكن، سطح مستوٍ، وأحيانا ما يكون الماء مبيّنا بوضوح (رقم٢٩).

وفى الواقع، فإن الحرف الهيروغليفى (رقم ٣٧) يمثل رقعة من مستوى، حيث إن البركة محددة من جميع الجهات.

وأى قطعة مفرودة من ورق البردى هى بالمثل رقعة من مستوى. والشكل يكون مسطحا plane عندما يكون موضوعا فى مستوى plan. وما الأشكال التى رسمها الرياضيون المصريون القدماء على ورق البردى إلا أشكال هندسية مستوية.

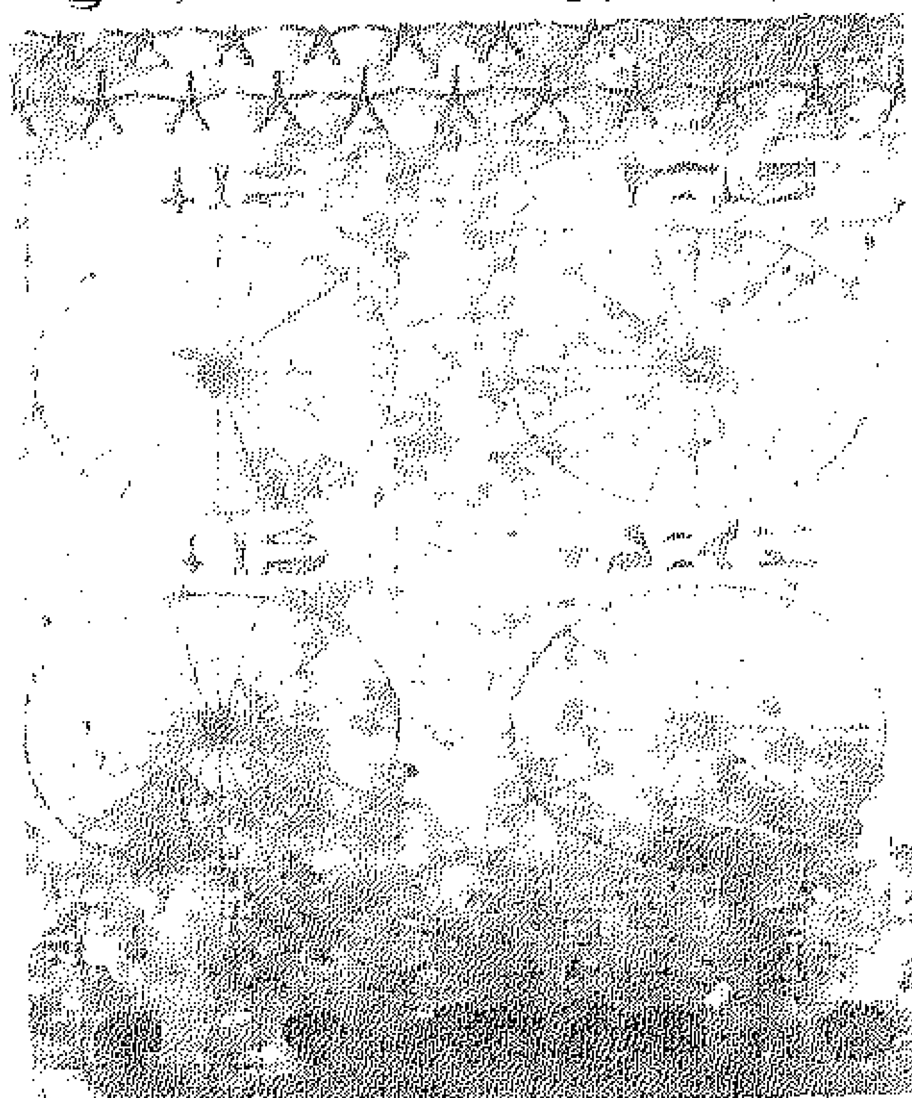
٢ – **محيط الدائرة :** محيط الدائرة عبارة عن خط منحنى مقفل ينتمى لمستوى تكون جميع النقط فيه على مسافة متساوية من نقطة ثابتة. وما الدائرة إلا قطعة من مستوى داخلى لمحيط ما.

وتظهر لنا تفصيلة من السقف الفلكي المرسوم في مقبرة سيننموت Senenmout (الأسرة الثامنة عشرة، إبان حكم حتشبسوت حوالى ١٤٩٠-٦٨/١٤٧٠ ق. م) أربعة محيطات تمثل شهور السنة القمرية. ويظهر بوضوح مركز كل محيط. وكل محيط مقسم إلى ٢٤جزءا أوأقطار. وحسب اللغة الرياضية المصرية القديمة، كان يقال للمحيط ، شينو shenou، والقطر شاعت shaat، أما نصف القطر فكان يقال له تب- ر tp-r.

٤ - **رسم المحيط:** ولكى يتم رسم محيط على الأرض، يمكن استخدام وتدين مثبتين فى طرفى حبل: ويتم غرس أحد الوتدين فى الأرض، بينما يتحرك الآخر بحيث يظل الحبل مشدودا، والنقط التى يمر بها الوتد المتحرك سترسم محيطا لدائرة.

ومن جهة أخرى، يستخدم المرء الفرجار لرسم محيط الدائرة: سواء فرجار الرسام الهندسى على الورق، أم فرجارالبراد الميكانيكى فى أى ورشة، أم فرجار بوصلة تطويل لرسم المحيطات من ذوات أنصاف الأقطار الكبيرة.

وقد تنتابنا الدهشة، ونحن نتساءل عن الكيفية التى رسمت بها أقطار الدوائر بذلك القدر من الدقة والاكتمال، على سقف مقبرة سينيموت، ذلك المسئول الكبير والمعمارى، والذى كان له حظوة كبيرة لدى حتشبسوت!!؟؟



شكل رقم١٧: تفصيل من السقف الفلكى لمقبرة سينيموت، معمارى الملكة حتشبسوت (١٥٠٤-١٤٨٣ ق. م).

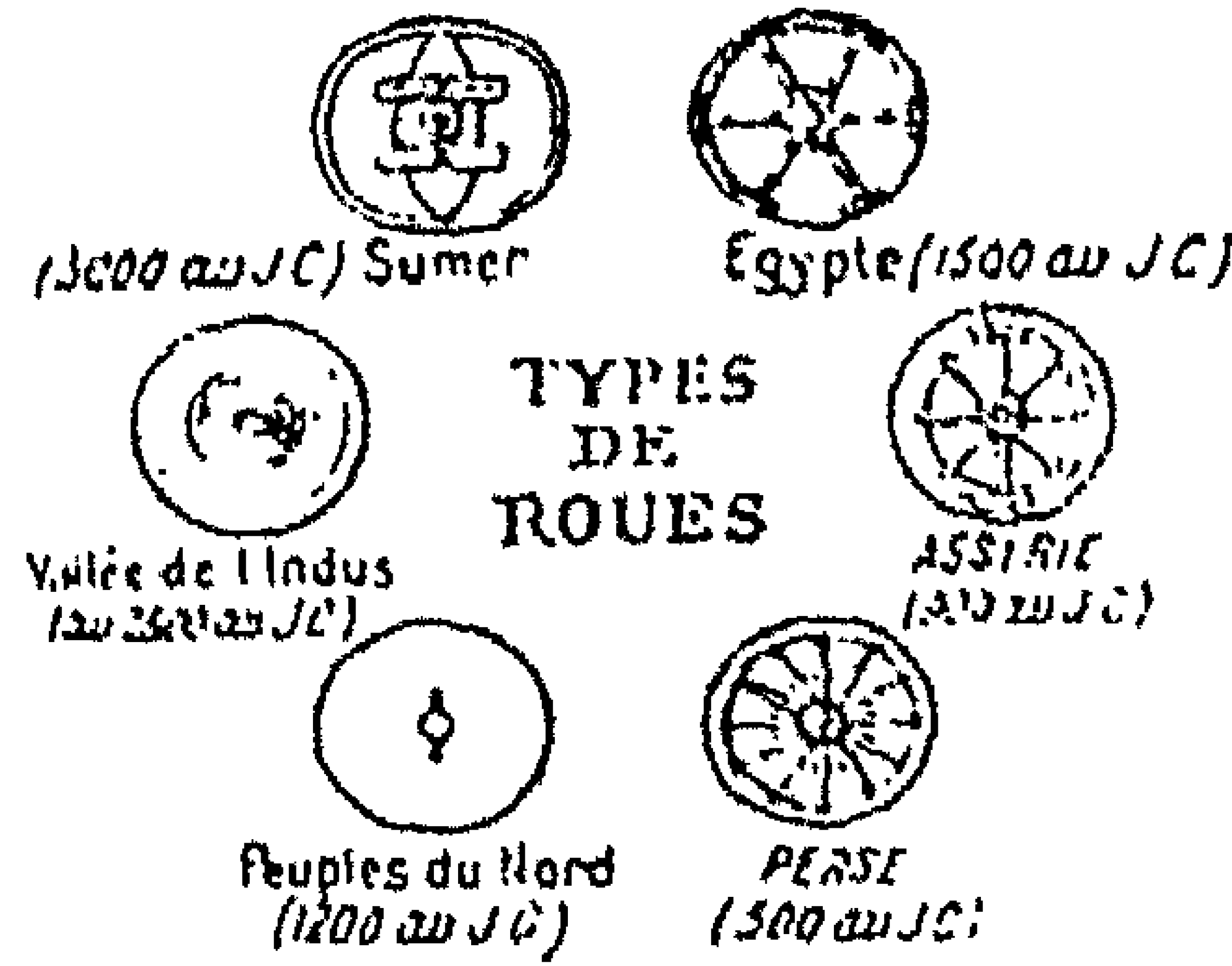
هذه هى الإجابة، وتأتى على لسان هـ. بك H.Peck، وكان أمينا لمعهد الفن فى مدينة ديترويت، وشارك فى عدة بعثات تنقيب عن الآثار فى مصر: ".. من الناحية الفنية، فقد تطلب رسمهم (المحيطات فى مقبرة سينينموت) استخدام فرجار (ربما كان حبلا)، لتحديد مساحاتها، وقد بدأ الرسام عمله بتقسيم المساحة المتاحة إلى أربعة أقسام متساوية، ثم قسم كلا منها إلى أربعة وعشرين قطاعا.." (وليم هـ. بك William H. Peck، الرسومات عند قدماء المصريين Dessins Egyptiens مترجم الإنجليزية، باريس هيرمان Paris ,Hermann ١٩٨٠، ص.١٣٢).

إن المصريين القدماء كانوا هم من قاموا برسم محيط الدائرة باستخدام الفرجار، على هذا النحو من الاكتمال، وكانت لديهم معرفة بالنقاط والخطوط الحاكمة، واللافتة للنظر: فمحيط الدائرة عبارة عن شكل مستو، منحن ومقفل، والنقط على المحيط تكون على مسافات متساوية من نقطة ثابتة تسمى المركز، ويسمى الخط الواصل بين أى نقطة على المحيط وذلك المركز بنصف القطر، والقطر يساوى ضعف نصف القطر، لأنه عبارة عن حبل يمر بالمركز ويصل بين نقطتين على المحيط. لقد مكنت تلك المعرفة المكتملة بمحيط الدائرة الرياضيين المصريين من حساب مساحة الدائرة بطريقة مبتكرة تماما، وفى منتهى الدقة بإدخال القطر فى حسبانهم.

ويمثل الشكل ١٧ أربعة أشهر، متضمنة ما بين الخامس إلى الثامن، من السنة القمرية، والتى تناظر الموسم المصرى الثانى والدائرة مقسمة إلى٢٤ قسما، تصور أيام الأعياد الاثنى عشر لكل شهر. والهندسة والفلك هنا تربطهما وشائج قوية: فرسم الدوائر يتطلب فرجارا يحدد المساحات، ويفصلها إلى أربعة أجزاء و٢٤ قطاعا.



شكل رقم ١٨: صناعة العجلات (الأسرة الثامنـــة عـــشرة:١٥٨٠-١٣٢٠ ق.م) مقبرة مينخ حبيرسونب Menkheperresoneb. طيبة (رقم٨٦) والعجلة (روتا rota باللاتينية) عبارة عن أداة مستوية ذات شكل دائرى، تدور حول محور يمر بمركزها سيرجيو دونادونى Sergio Donadoni ، الفـــن المـــصرى Arte egizia، المحرر تـــورين جـــز إينـــودى Turin G. Einaudi ١٩٧٥، الرســـم الإيضاحى ١١٢.



شكل رقـــم ١٩: أنواع العجلات فى مصر القديمـــة، وفـــى الحـــضارات القديمة لمنطقة الشرق الأوسط (آشور، وادى الهندوس آشور، الفـــرس، الـــشعوب الهند وأوروبية فى الشمال) وكانت.العجلات موجودة فى مصر ومـــستخدمة منـــذ الدولة القديمة، كما أنها ابتكرت فى مصر أيضا (حوالى ٢٧٨٠ ق.م).

المصدر: جيمس هنرى بريستد James Henry Breasted

الغزو الحضارى La Conqueste de la Civilisation

باريس، بايو Payot، ١٩٤٥ ، صـــ.٥٤



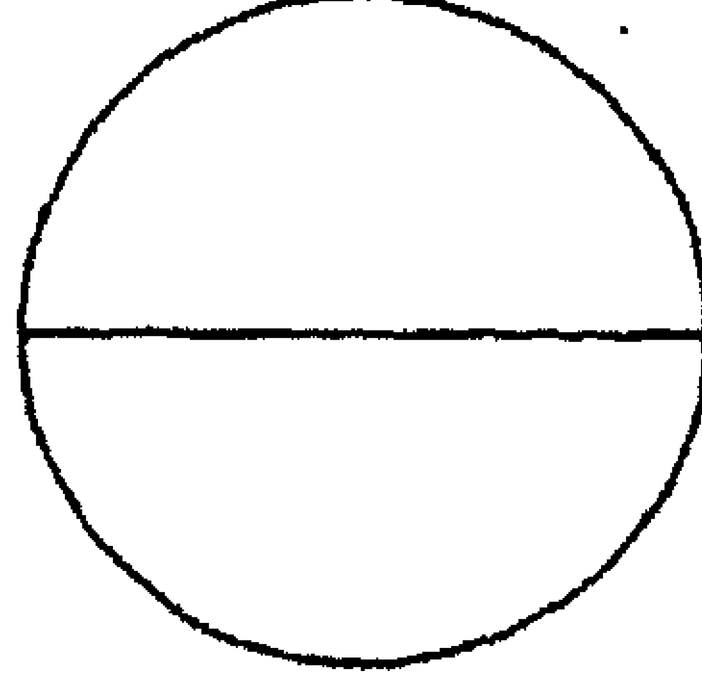
شكل ٢٠: نحت غائر من الحضارة الآشـــورية فـــى مدينـــة كواجونـــدجيك Koijoundjik المتحف البريطانى، لندن.



شكل ٢١: رمسيس الثانى، يصحبه أولاده يهاجم إحدى القلاع الآشورية

فى شكل ٢٠، يمثل النحت الآشورى الغائر منظرا للصيد والقـــنص. ولقـــد كانت فترة الفن الآشورى قصيرة نوعا ما، وامتدت من القرن التاسع إلـــى القـــرن الثانى عشر قبل الميلاد. لاحظ العجلة الآشورية: فالجنط Jante (الإطار الخارجى

للعجلة يتصل بالصرة Moyeu (الجزء المركزى للعجلة) عن طريق جزء وسيط له ثمانية أذرع (أنصاف أقطار). أما فى شكل ٢١، فيمثل النحت المصرى الغائر رمسيس الثانى (١٣١١- ١٢٣٥ ق. م) فى عربته الحربية. وإذا ما لاحظت العجلة المصرية ستجد أن الأذرع التى تربط الصرة بالجنط عددها ستة فقط.



شكل ٢٢: ربما يكون طاليس (حوالى ٦٤٠ - حوالي٥٤٦ ق.م) مؤسس الهندسة اليونانى هوالذى صاغ ذلك الفرض "..كل قطر يقسم الدائرة إلى قسمين..".

ويقر موريس كانتور Maurice Cantor، الذى اشتهر ببحوثه فى التاريخ الرياضى (Vorlesungen uber die Geschichte der Mathematik - محاضرات عن تاريخ الرياضيات - المجلد الأول - ليبسيج١٨٨٠) أن طاليس قد استقى ذلك الفرض فى مصر حيث كانت الدوائر تقسم إلى قطاعات متساوية عند العمل فى الشواهد المعمارية (الرسومات الفلكية فى مقبرة سينيموت، وذلك قبل ميلاد طاليس بألف عام). ولا ينكر المؤرخ الأكثر شهرة فى مجال الرياضيات اليونانية، السير توماس ت. هيث Sir Thomas L. Heath الشروح التى قدمها كانتور: (ت.ل. هيث History of Greek Mathematics,Vol. I ,from Thales to Euclid - تاريخ الرياضيات اليونانية، المجلد ١، من طاليس حتى إقليدس، منشورات Dover، ١٩٨١، ص ١٣١، الطبعة الأولى، أكسفورد، مطبعة كلاريندون Clarendont، ١٩٢١).

III

الزوايا

Les angles

١ – **الزاوية:** هى شكل يتكون من جزءين من خطين مستقيمين يشتركان فى نقطة المنشأ: وجزءا المستقيمين هما ضلعا الزاوية، أما البداية المشتركة للضلعين فهى رأسها أو قمتها.

والزاوية المستوية أو المسطحة هى زاوية يكون ضلعاها على امتداد واحد.

والفكرة الهندسية للزاوية كانت معروفة بوضوح فى مصر القديمة. وفى طقوس "شد خيط المساحة" عند وضع أساس معبد ما، كان الفرعون يعطى عناية كبيرة لإرساء الزوايا الأربع للمعبد جغرافيا، والكلمة المصرية القديمة التى تعنى الزاوية هى هس hss، خيسيس kheses. والعلامة رقم 038 فى قائمة جاردنر تشير إلى زاوية جدار.

والرامسيوم، "معبد ملايين السنين" لرمسيس الثانى (١٣٠١– ١٢٣٥ق.م) عبارة عن مستطيل مساحته ٢٦٠×١٧٠مترا مربعا يضم هيكلا صرحيا للمدخل، وفناء دائريا، ثم هيكلا ثانيا، وفناء ثانيا، ثم بهو أعمدة، وثلاث صالات صغيرة بها صف من أربعة أعمدة ، وقدس الأقداس، وهو مصلى ذو أربعة أعمدة.

والمستطيل هو متوازى أضلاع تكون زواياه قائمة. وفى المستطيل تكون الزوايا قائمة والقطران diagonales متساويين.

وتعنى الكلمة المصرية القديمة كنبت knbt، وكينيبيت qenebet أيضا زاوية قائمة، مما يعنى أن قمة المبنى المكون من جدارين (جزءين من مستقيم) يكون لهما نفس المنشأ.

والفناء الكبير الموجود فى ذلك المعبد العظيم لرمسيس الثالث (١١٩٨-١١٦٦ ق.م.) فى مدينة هابو على شكل مربع تقريبا طوله ٣٤ مترا وعرضه ٣٢ مترا، أى متوازى أضلاع له زاوية قائمة محصورة بين ضلعين متساويين.

وتكون الزاوية حادة عندما تكون أصغر من الزاوية القائمة.

وقد أطلق مهندسو المساحة المصريون على زاوية ميل الهرم لفظ سكد، وسيكيد seqed. ولقد كان اختيار زاوية الميل عملية أولية فى إنشاء المبانى ذات الفورم الهندسى البحت مثل الهرم. وهى زاوية الميل التى تحكم النسب، وبالتالى المنظر الجانى profil، والصورة الظلية silhouette نفسها للصرح المعمارى الهرمى.

٢- الزوايا القائمة ومثلث المساح (الكوس equerre): إذا تعامدت زاويتان قائمتان، فإن الأربع زوايا التى تتكون ستكون هى الأخرى قائمة. ويستخدم المرء مثلث المساح (الكوس) لرسم المتعامدات،أى لرسم الزوايا القائمة هندسيا، ولذا كانت هناك عدة أنواع من ذلك الكوس قيد الاستخدام: كوس البراد أو الخراط، كوس ذو قلنسوة، كوس النجار، كوس الزاوية، كوس المساح، وكوس ذو مزلاق لقياس الأقطار.

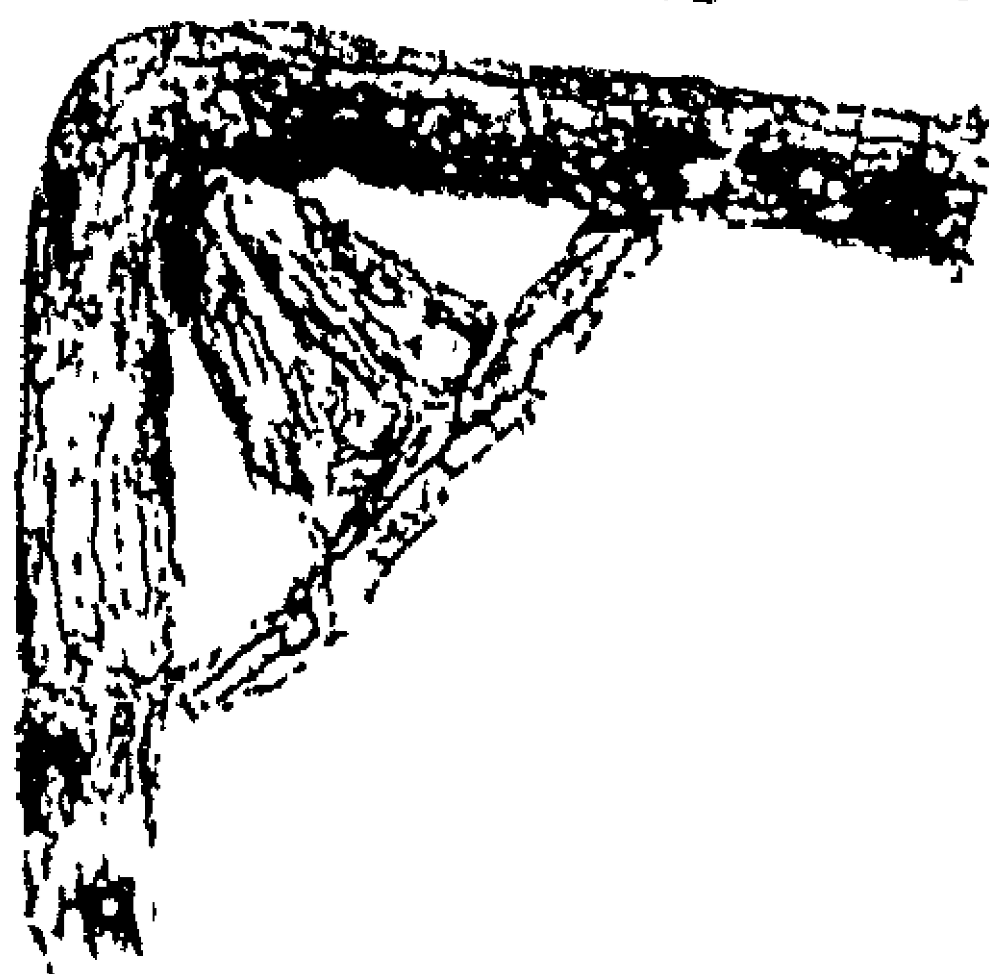
وقد استخدم المصريون القدماء كوس البنّاء . ويوجد ميزان استواء فى شكل كوس يخص سينيد جم Sennedjem ، وكان الفنى المسئول عن المقبرة الملكية فى طيبة إبان الدولة الحديثة (١٥٦٧-١٠٨٥ق.م). وتلك الأداة الدقيقة موجودة الآن بالمتحف المصرى فى القاهرة (رقم ٢٧'٢٥٨). وكانت الأبنية المصرية بزاوية قائمة. ومن المثير للدهشة أن مسطح المعبد الضخم لسيتى الأول Sethi I (١٣١٢-١٣٠٠ق.م)، فى أبيدوس يماثل مثلثا قائم الزاوية.

وإذا ما عدنا أدراجنا لكوس سينيد جيم،، ذلك المصنوع من ثلاث مساطر خشبية مجمعة، وهناك ثقب فى الزاوية يسمح بتعليق خيط فى طرفه ثقل رصاص، وعلى منتصف القضيب المستعرض تم رسم علامات محفورة على الوجه والظهر، وأيضا على الخط القطرى للزاوية الكبرى. وتلك الأداة الهندسية مكتملة سواء فى تصورها أم فى تصنيعها.

والخيط ذو الثقل الرصاص هو محور تماثل يقسِّم الأداة إلى مثلثين قائمى الزاوية يساويان المثلث الذى كونته الثلاث مساطر الخشبية المجمعة.، أما الثقب فهو نقطة على عامود المنتصف القائم من المسطرة العرضية، والتى يمر بها ذلك الخيط.

وإذا ما كانت هناك نقطة ما على العامود القائم من منتصف أى قطع segment، فلابد أن تكون على مسافة متساوية من الطرفين، وبذا يكون الثقب النافذ هو الآخر على مسافة متساوية من طرفى تلك المسطرة.

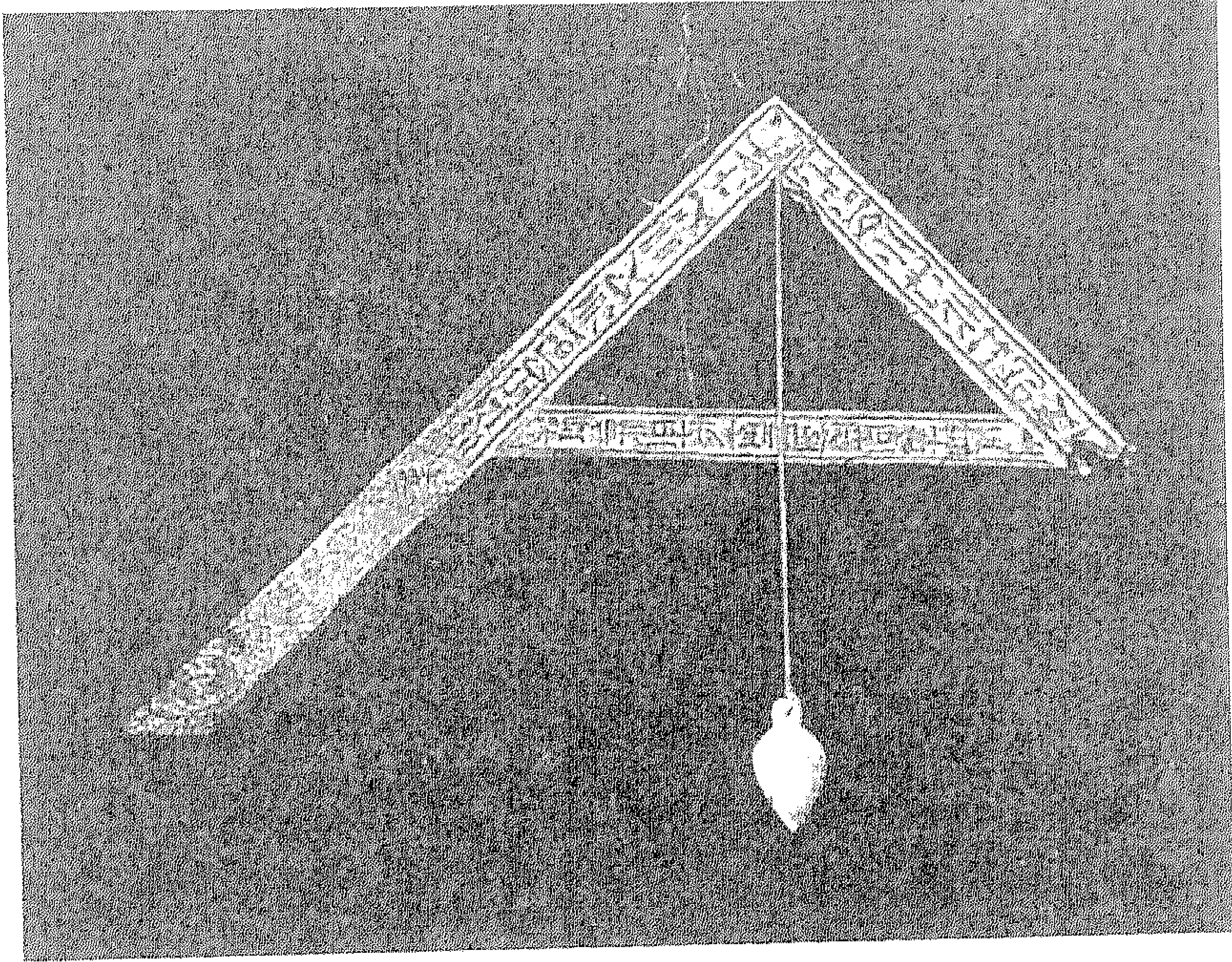
إن تصنيع أداة علمية دقيقة، مثل تلك التى كان يستخدمها سينيد جيم، لم يكن أمرا وليد المصادفة؛ فمن الضرورى لصانع أداة كهذه أن يمتلك معرفة وأفكارا حول موضوعات التماثل بالنسبة للخط المستقيم، والعامود القائم من منتصف القطع، والمثلث متساوى الساقين (والذى به محور تماثل)، والعامود القائم بين مثلثين متساويين قائمى الزاوية. من الصعب تماما تصنيع أداة كوس للزوايا القائمة، بها كل الخواص المطلوبة، وبمثل ذلك التميز، من خلال الممارسة العملية والتجربة والخطأ، أو من خلال هواجس وأحلام يقظة فكرية.



شكل٢٣: مثعب siphon من المعدن للبيرة بارتفاع١٠سم

المتحف البريطانى (رقم 55.148).

كانت تلك الأنبوبة مستخدمة فى نقل البيرة بعد تخمرها، من مستوى ما إلى مستوى آخر أدنى منه، وذلك بعد وضعها فى مستوى أعلى أولا، وينتقل السائل من دن التخمرالكبير إلى جرار بيرة الاستهلاك، وكانت البيرة هى المشروب القــومى فى مصر القديمة. واللافت للنظر هنا هو ذلك التنوع فى زاوية المثعب فى مجالات الكيمياء، و التكنولوجيا، و الهندسة.

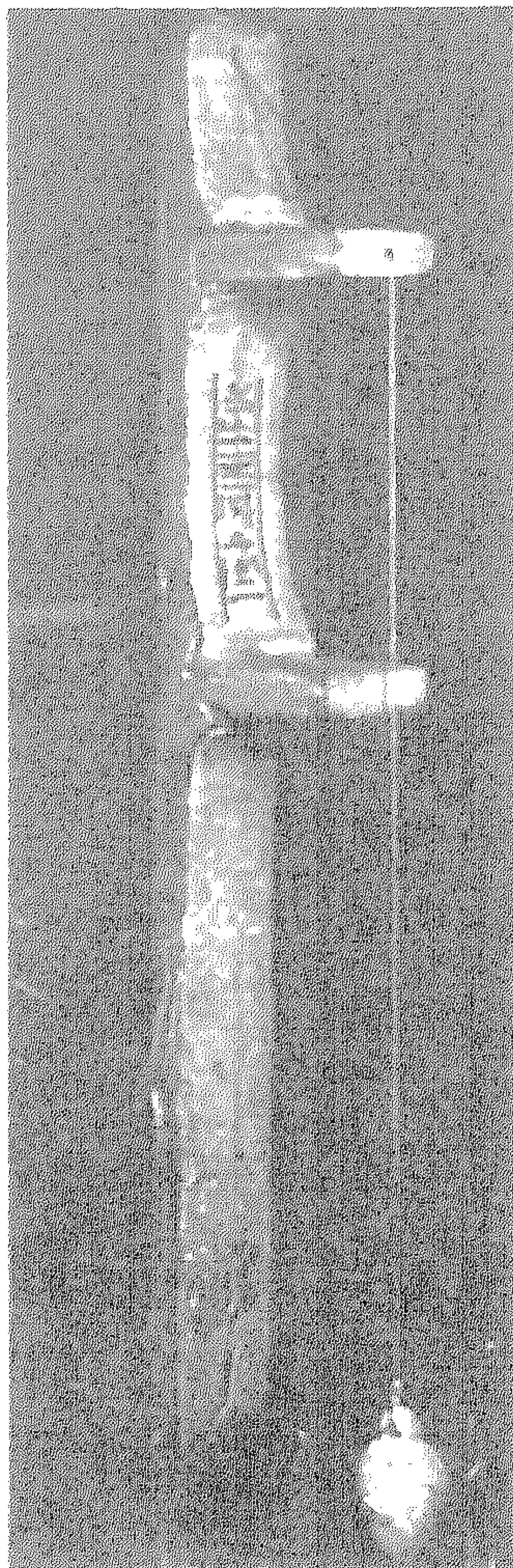


شكل ٢٤: كوس الزاوية القائمة الذى كان يستخدمه سينيدجيم

المتحف المصرى بالقاهرة (رقم 27.258)

وتلك الأداة الدقيقة، والتى كانت تتيح التحقق من أفقية الأسطح، عثر عليهــا فى مقبرة سينيد جيم (رقم ١) غرب طيبة، دير المدينة، ويرجع تاريخها للنــصف الأول من فترة حكم رمسيس الثانى (١٣٠١-١٢٣٥ ق.م). ومقاساتها على النحو التالي: طول الضلع السليم ٣٦,٦ سم، طول الضلع المكسور٢٠,٣ ســم، وطــول

القضيب المستعرض عند القاعدة ٥,٣ سم. والخشب مطلى، والثقل من الحجر الجيرى (أما الخيط فموضوع حديثا). والقاعدة مطلية باللون الأصفر، أما الخطوط المحيطة بالنص (ابتهالات للإله بتاح، ورع – حوراختى Horakhty – توم Toum) فهى باللون الأحمر، والكتابة الهيروغليفية بالأزرق، ومن الواضح أنها لقيت عناية فائقة عند تصنيعها، ومن ثم فهى تعد من النفائس.



شكل ٢٥: أداة الخيط بالثقل الرصاص الخاص بسينيد جيم، متحف القاهرة (no. 27.260).

ولابد أن سينيد جيم كان مهندسا بارعا، وقد عثر على تلك الكلمات محفورة على غطاء مومياءه "خادم فى محراب الحقيقة غرب طيبة..".

ويبين شكل ٢٥ أداة الخيط بالثقل الرصاص متقنة الصنع، تتكون من لوحة خشبية ضيقة ومثقوبة من أعلاها حيث مثبت بها لوحان متوازيان. ويمر الخيط ذو الثقل الرصاصى عرضيا باللوح المثقوب ثم يهتز حرا بعد ذلك. أما الثقل، وهو من الحجر الجيرى، فهو بيضاوى مدبب الشكل(مثل الثقل الموجود فى الكوس). وتتيح تلك الأداة الدقيقة التحقق من أن الجدار القائم ينتصب فى وضع رأسى تماما.

المقاسات: طول اللوحة ٤٨,٦سم، طول الثقل٥ سم.

IV

المثلث

Triangle

المثلث: مضلع (شكل متعدد الزوايا) يعتبر جزءا من مستوى يحده قطاعات مستقيمة متتالية، تسمى "الأضلاع".

ومن جهة أخرى، يقال إن المضلع خط متكسر مقفل، بمعنى أن أطرافه منطبقة على بعضها البعض: وتسمى نقط الأطراف "الرءوس"، والقطاعات المستقيمة "أضلاع" ذلك المضلع.

ويقال للمضلع إنه "مقعر"، إذا ما كان يقع بأكمله في نفس الجانب من الخط المستقيم الناتج من أى امتداد لأضلاعه. وإذا كان عكس ذلك، يقال له "محدب". وبذا يكون المثلث هو مضلع محدب له ثلاثة رءوس، وثلاثة أضلاع، وثلاث زوايا.

والمثلث مختلف الأضلاع (الأخمعى) scalene هو مثلث أضلاعه غير متساوية. والمثلث متساوى الساقينisocele هو ذلك الذى يكون به ضلعان متساويان. والمثلث متساوى الأضلاع equilateral تكون أضلاعه الثلاثة متساوية. أما المثلث القائم الزاوية فتكون إحدى زواياه قائمة (٩٠ درجة)، والضلع المقابل لها يسمى الوتر hypotenuse.

٢- الخطوط المستقيمة الحاكمة فى المثلث. يكون ارتفاع المثلث هو الخط المستقيم الواصل من أحد رءوس المثلث ويتعامد مع الضلع المقابل لها. وأوسط المثلث mediane هو ذلك الخط المستقيم الذى يصل بين رأس المثلث ومنتصف الضلع المقابل لها. والمنصف الداخلى للمثلث هو منصف أى واحدة من زواياه الداخلية. أما المنصف الخارجى للمثلث فهو منصف أى من زواياه الخارجية.

ولذا فإن المثلث له ثلاثة ارتفاعات، وثلاثة أواسط، وثلاثة منصفات داخلية، وثلاثة منصفات خارجية.

٣- استخدم المصريون القدماء المثلث قائم الزاوية على نحو خاص فى إنجازاتهم الإنشائية، ونورد هنا شهادة واحد من أكبر خبراء ما أطلق عليه "لغز" الأهرامات: ".. كان المهندسون الإنشائيون فى مصر القديمة أثناء بنائهم للأهرامات، أثناء عملهم على أساس المثلث قائم الزاوية، يبحثون بكل الطرق عن زوايا ميل تمثل للكسر h/b (الارتفاع/القاعدة) علاقات يمكن التعبير عنها ببساطة وسهولة باستخدام مثلثات الكوس الخشبية، والتى كانت من الأدوات الضرورية طوال فترة الإنشاء للتحكم الدائم فى الميول..". (جان فيليب لوير Jean Philippe Lauer، لغز الأهرامات Le Mystere des Pyramides، باريس، مطابع المدينة Presses de la Cite، ١٩٧٤، ص.٢٩٨، محققة بمعرفتنا). وقد لاحظ جان فيليب لوير أيضا، وكان معماريا وأثريا خبيرا، عمل فى مصلحة الآثار المصرية، فى مجال البحوث والترميمات، وجود ماعرف بالمثلث المقدس triangle sacre على مسطح القطاع الطولى لغرفة دفن الملك خوفو (خيوبس kheops عند اليونانيين)، والذى يتخذ شكل متوازى المستطيلات Parallelepipede قائم الزاوية، وذلك فى الهرم الأكبر ذاته. وكان خوفو، والذى يعنى اسمه "فلتشملنى العناية الإلهيةَ Qu'il (le dieu) me protégé"، ثانى ملوك الأسرة الرابعة، حوالى عام ٢٦٥٠ ق.م.

والرياضيات الفرعونية مشبعة بما تواجهه من أحكام مسبقة وحاقدة، والتـي أكل عليها الدهر وشرب، وهكذا يترجم أندريـه بيـشو Andre Pichot المـسألة رقم٥١ من بردية رند Rhind (حوالى عام١٦٥٠ ق.م : "مثال على حساب مساحة مثلث أرضى tringle de terre: إذا كان لديك مثلث له ارتفاع، "ميريـت meret" طوله ١٠ خيوط khet، وقاعدته بطول ٤ خيوط، فما هى مساحته؟" (أندريه بيشو، مولد العلم La naissance de la science ١- أراضى مابين النهرين، ومـصر، باريس، جاليمار، ١٩٩١،ص.٢٤٥)

ترى ما هو المثلث الأرضى هذا، إذا ما تناولناه بلغة الرياضيات؟؟

استخدمت الكلمة الهيروغليفية حت 3ht، وأحيت ahet مرتين فى النص. ويترجم بيشو تلك الكلمة مرة " بـالأرض terre" (" مثلـث الأرض ")، ويترجمها مرة أخرى "مساحة أو سطح surface".

فيما يتعلق بالنص الرياضى ، فإن من الأوفق ترجمة الكلمة حت 3ht، وأحيت ahet "حقل Champ"، و"جزء من المـسطح Section de plan"، و"مساحة أو سطح surface". وبذلك يصبح النص واضحا من الناحية الرياضـية: مثال لحساب مثلث ما{ سبدت spdt }.

فى قطعة من المسطح ، أو المساحة { حت 3ht، وأحيت ahet }. وعندما يقال: إن لديك مثلثًا { سبدت spdt ب(nt) طوله ١٠ قـضيب verge[1] { مريـتmryt، ميريـت merit "الطـول hauteur"}، وقاعدته بطول٤ قضيب { تب –ر tp-r، تيب –إر tep –er }. فما هى مساحته { أحت 3ht، أحيت ahet (مساحة) } ؟؟

---

(١) مقياس أطوال فرنسى قديم (من بلاد الغال) كان مستخدما فى الزراعة يساوى ربع الأربنـت arpent، (والذى يساوى بدوره ٣١-٥٠ أريس ares حسب البلد) وربما كانت تلك المقاييس من قبيل القـصبة والذراع.. المترجم.

وبالتالى يكون لدينا:

سبدت spdt، سيبيدت sepedet "مثـاث"(سـبد spd " مـدبب "pointu":

فى إشارة لرأس المثلث.

أحت 3ht ، أحيت ahet "جـزء مـن مـسطح "، "مـساحة "surface".

مريت mryt، ميريت meryt، "ارتفاع "hauteur المثلث.

تب– ر tp - r–، تيب–إر tep-er، " قاعدة base " المثلث.

ولقد قام الرياضيون بحساب مساحة المثلـث بطريقـة دقيقـة، بمعـرفتهم لارتفاعه وقاعدته. وكان من الممكن أن تكون مثل تلك الحسابات خاطئة إذا لم يكن لدى المصريين أى إلمام رياضى بالمواصفات الأساسية للمثلث.

وبنفس الطريقة، نجد أن الكلمة الأكادية إيكلو eqlu تعنى: "حقل "champ (رينيـه لابـات Rene Labat، المـوجز فـى الكتابـة الأكاديـة Manuel d'epigraphie akkadienne، باريس، paul Geuthner ، منـشورات١٩٨٨، ص.٨٧).

إلا أن خبراء الرياضيات البابلية يترجمون كلمة إيكلو "سطح"، و"سـطحى"، و"مـساحة" (إ.م.بـرون E. M. bruins ، م. روتـين M. Rotten، النـصوص الرياضـية لـسوسة Textes mathematiques de Suse، بـاريس Paul geuthner، ١٩٦١، المجلد الرابع والثلاثون من "مذكرات البعثـة الأثريـة فـى إيران، بعثة سوزيان Susiane").

ولابد أن نضع فى الحسبان ذلك الهوس والهذيان (بكل مافى الكلمة من معنى) الذى ينتاب تلك الاتجاهات الثقافية وهى تثابر على القدح والتشهير، بطريقة منهجية، بالرياضيين المصريين.

٤ – الخط الموازى لأحد أضلاع المثلث. يقال لخطين مستقيمين إنهما متوازيان عندما يكونان فى نفس المستوى ولا يلتقيان فى نقطة مشتركة. وفى بردية راند Rhind فوق الشكل المرسوم فى المسألة رقم ٥٣، نجد خطين متوازيين مرسومين بدقة: وهما على الجانب الذى يشكل قاعدة المثلث. وبذا تكون القاعدة والخطان المتوازيان ثلاثة خطوط متوازية فيما بينها.

وهكذا نجد أن الشكل يصور نظرية طاليس Thales : **الخط الموازى لأحد أضلاع مثلث يحدد على الضلعين الآخرين للمثلث أجزاء متناسبة**[1]. إن ذلك ليسبق مولد طاليس (٦٤٠ تقريبا – ٥٤٧ تقريبا ق.م) بحوالى الألف عام.

ويبذل الكاتب قصارى جهده لحساب مساحة الجزء الأوسط ، والتى تكون مساحة شبه المنحرف المتكون(من القاعدة حتى الخط المتوازى الثالث)، ومساحة المثلث (من الخط المتوازى الثالث، والذى يمثل القاعدة، حتى الرأس،أى نقطة التقاء ضلعى المثلث المواجهين للقاعدة الكبرى لشبه المنحرف).

ونص المسألة ٥٣ مفقود، إلا أن الشكل وطريقة الحساب محفوظان: ".. ورغم وجود أخطاء عديدة، وعناصر ساقطة وغير كاملة، فإنه يرينا بوضوح على الأقل أنه لم يكن هناك، لا فى المثلث، ولا فى شبه المنحرف، من الأسرار ما يخفى على المهندسين المصريين القدماء.." (سيلفيا كوشو S ilvia Couchoud، الرياضيات المصرية Mathematiques Egyptienes، باريس، ١٩٩٣، ص.٦١).

---

(١) حيث يتكون مثلثان متماثلان، وتكون لهما زوايا متقابلة، ونسب وتناسب بين أطوال الاضلاع، ويحدث ذلك سواء كان الخط الموازى لاحد الأضلاع فى نطاق المثلث أم خارجه– المترجم.

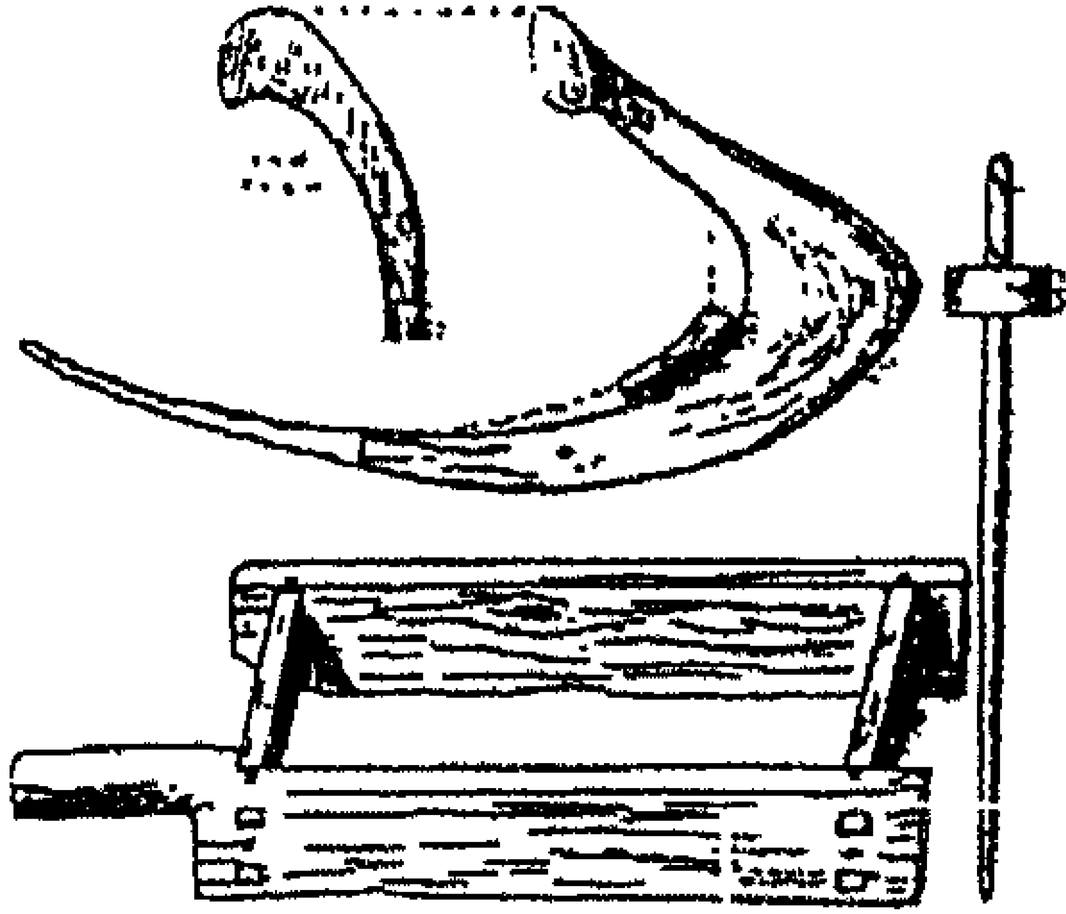
V

المستطيل

Rectangle

١ – المستطيل. هو متوازى مستطيلات (باللاتينية rectus بمعنى مستقيم، وangulus بمعنى زاوية) تكون فيه الزوايا قائمة. وتكوّن الأضلاع الأربعة المستقيمة متوازى مستطيلات تكون زواياه قائمة. وبذا يكون المستطيل هو شكل رباعى الأضلاع Quadrilate`re، وتكون فيه الزوايا المتقابلة متساوية، وكذا الأضلاع المواجهة لبعضها. ويكون القطران diagonals المتقاطعان فى نقطة، عند منتصف كل منهما، متساويين.

٢ – كان الرياضيون المصريون يعرفون ذلك الشكل الهندسى تماما، والذى كان يسمى "ifd,ifed مستطيل"، "رباعى الأضلاع "وتشير أداة التعريف إلى أن الأمر يتعلق بشكل مستطيل، والكلمة نفسها مشتقة من fdw "أربعة"، وذلك للتأكيد تماما على أن المستقيمات الأربعة تكون متوازى أضلاع زواياه قائمة، وله اسم دائم وهو رباعى الأضلاع (ذو الأضلاع الأربعة).



شكل ٢٦: منجل، ومغزل ، وقالب لصب الطوب من الأسرة الثانية عشرة. وقالب الطوب مستطيل الشكل. وتغطى الأسرة الثانية عشرة الفترة من (١٩٩١ – ١٧٨٧ ق.م).

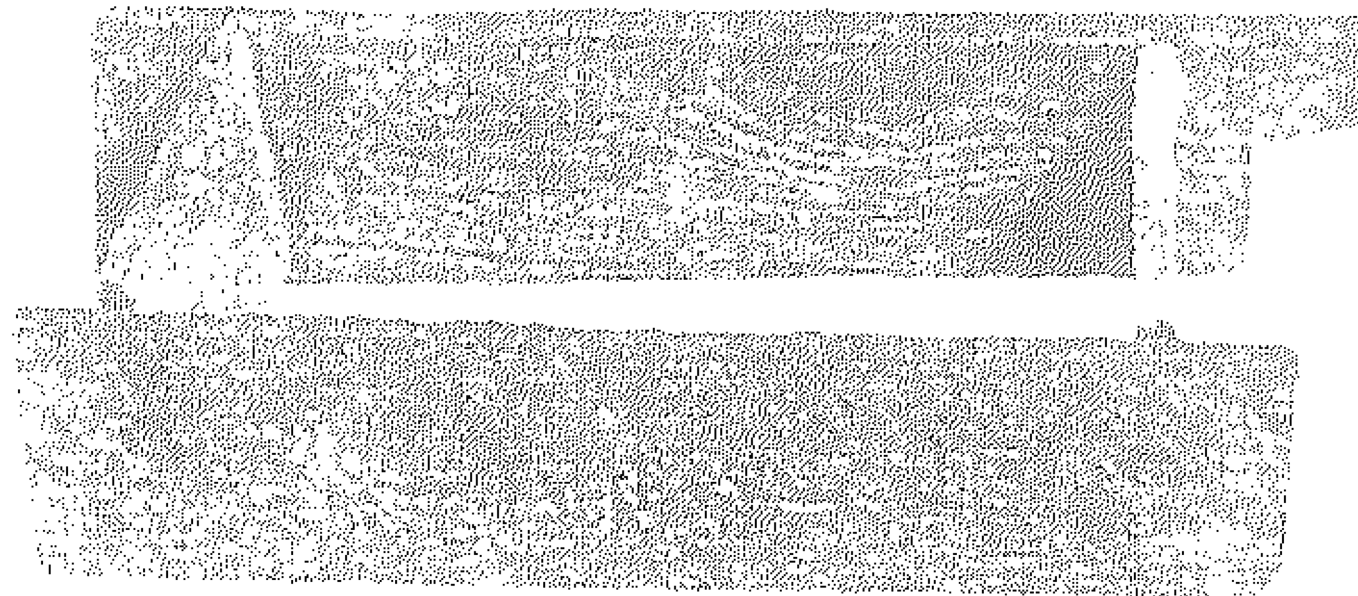
(المصدر: و.س. بلاكمان W. C. Blackmann: Les fellahs de la haute Egypte. Vie religieuse, sociale et economique. Le present et les survivancees anciennes. (الفلاحون فـــى صعيد مصر، الحياة الدينية والاجتماعية والاقتصادية. الحاضر ومخلفات الماضى)، ترجمة عن الإنجليزية، باريس، بايو Payot، ١٩٤٨، ص.٢٦٧.

ومن المؤكد، أنه من واقع الوثائق نفسها، فإن المـــصريين القـــدماء كـــانوا يعرفون مبادئ الأشكال رباعية الأضلاع: المربع، المـــستطيل، المعـــين، وشـــبه المنحرف.

ويبين الشكل الموجود فى المسألة رقم ٤٩ فى برديـــة رانـــد Rhind فـــى وضوح مستطيلا بطول ١٠وحدات طول، وعرض وحدتى طـــول: ويـــشير ذلـــك للطول بالمفهوم المكانى والهندسى، 3w,aou "طول" (فيمـــا يخـــص الفراغ، المستوى، والشكل المرسوم). أما العرض فيـــشار إليه ب ، شو shw، سيخو sekhou .

وهرم زوسر Djoser، أحد ملوك الأسرة الثالثـــة (٢٨٠٠– ٢٧٠٠ ق.م.)، يتكون من ست درجات (مصاطب) هائلة: وتقع فى مركز مستطيل تقريبا مساحته ٥٥٥ × ٢٧٨ مترا مربعا .

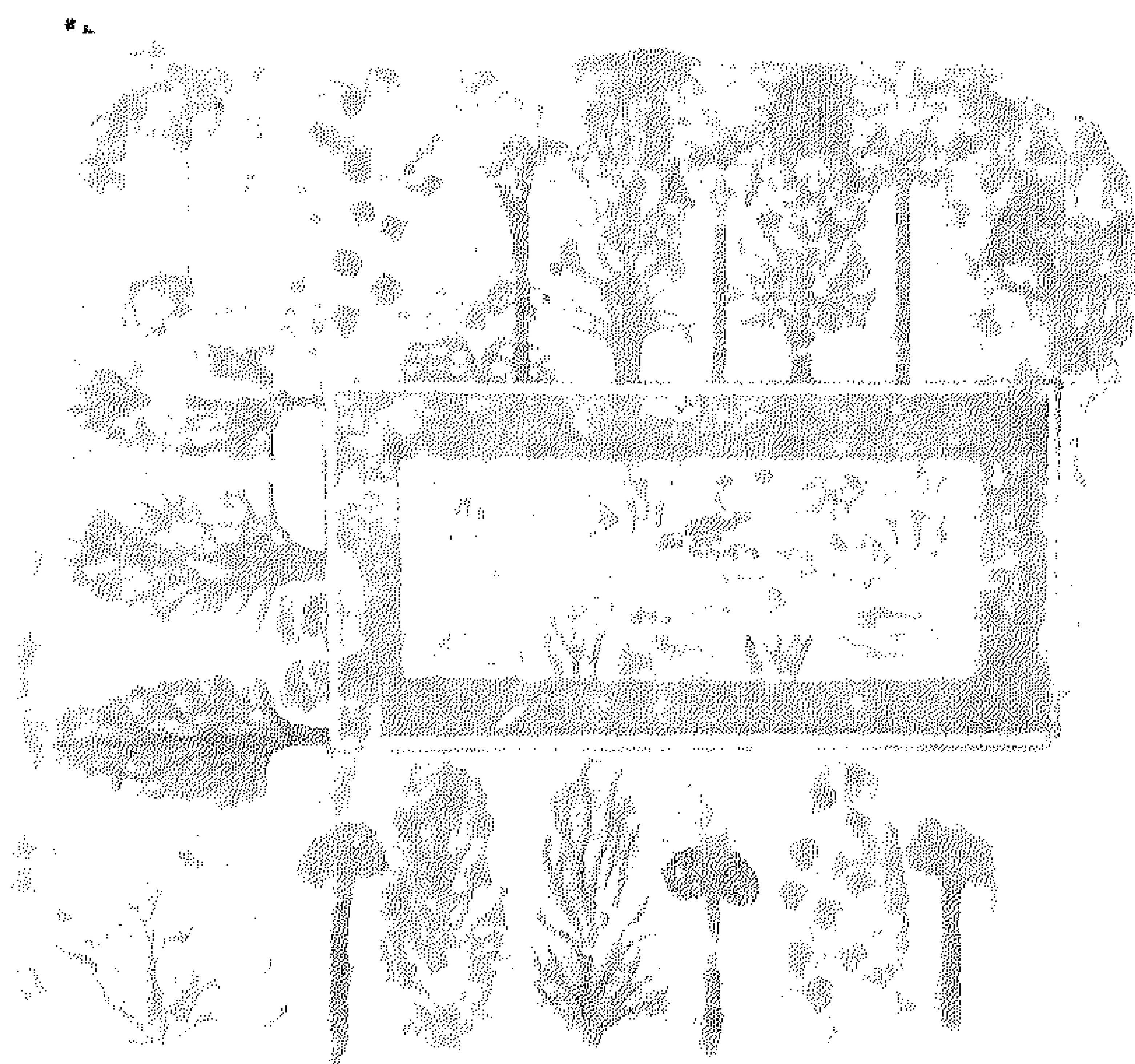
والصورة التالية، والموجودة على شاهد القبرعبـــارة عـــن مـــساحة مائيـــة مستطيلة وسط حديقة، حيث يرى المرء صفوفا من أشجار الجميز (تين فرعون)، ونخيل محمل بسبط البلح (شكل ٢٨).



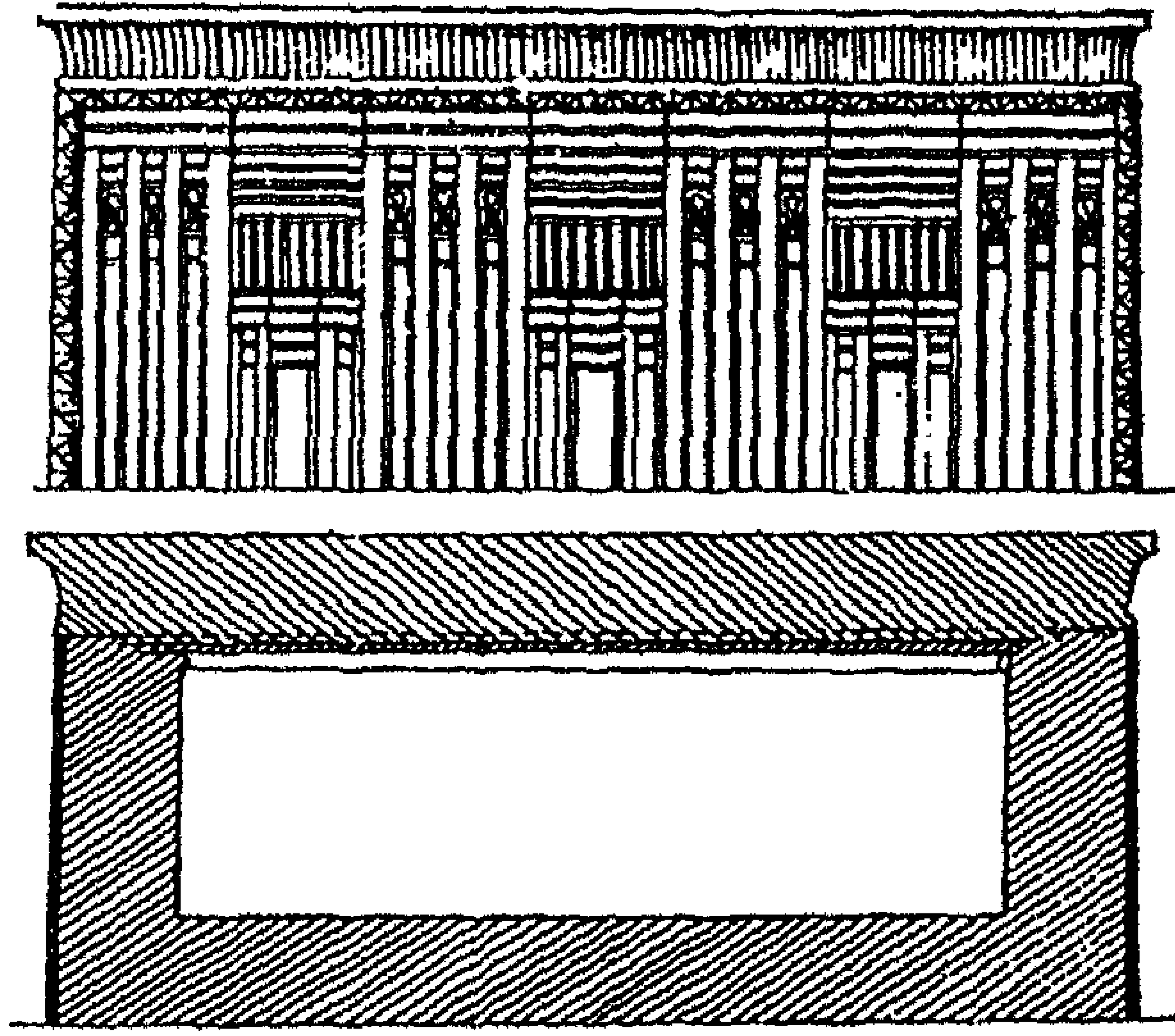
شكل ٢٧: قالب صب طوب من الخشب عثر عليه ضمن مستودع أســـاس أحد معابد الجبلين Gebelein فى عصر تحتمس الثالـــث (١٥٠٤–١٤٥٠ ق.م).
وقد ظهر الطوب الطفلى (الطوب النىء أو اللبن) قبل نهاية عصر ما قبل الأسرات

(حوالى عام٤٠٠٠ ق. م). وكان متوسط مقاسات الطوب المستخدم فى الأبنية العادية ٢٣ ×١١×٨ سنتيمترًا. أما مقاسات الطوب للقلاع والحصون فكانت أكبر: ٤٠ × ٢٠ × ١٥ سنتيمترًا. وكان ذلك الطوب يصنع من عجينة من طمى النيل مخلوطة بهشيم التبن. والقالب يتخذ شكل متوازى مستطيلات مفتوح من أعلى وأسفل ومزود بمقبض. وهذا القالب الخشبى موجود ضمن مقتنيات المتحف المصرى لمدينة تورينو Inv.Suppl 12448، وأبعاده ٥, ١٧×٩ ٨ ٥, ٤ سنتيمتر.

ولقد كان لتنسيق الحدائق والمستنقعات أهمية خاصة فى الدولة القديمة (١٧٨٠-٢٢٨٠ ق.م). وتفسر لنا الظروف المناخية الحارة، ووجود أراض كثيرة قاحلة تعانى من الجدب والجفاف، إبداع مثل تلك الأعمال الفنية. فالمستطيل المائى مرسوم بدقة شديدة، وتشكل الأسماك، وأسراب البط البرى، ونباتات البردى، البيئة المائية الوفيرة للبستان. وتلك اللوحة الجميلة على شاهد القبر موجودة حاليا فى المتحف البريطانى بلندن (no 37983). وهى مأخوذة من مقبرة الكاتب نيبامون Nebamon (طيبة)، حوالى عام١٣٨٠ ق.م.



شكل ٢٨: حديقة ومساحة مائية مستطيلة (الأسرة الثامنة عشرة) الارتفاع ٦٤ سنتيمترا

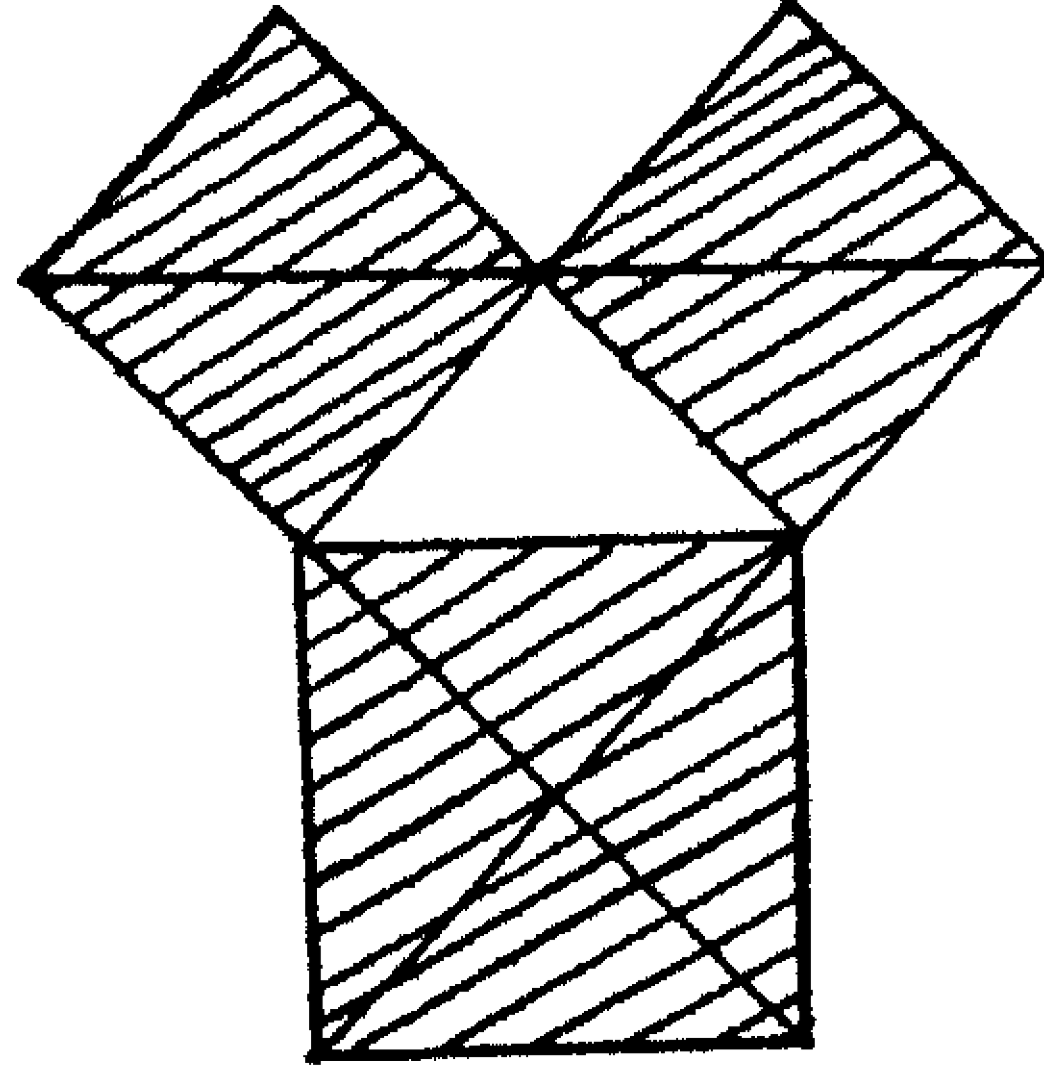


شكل ٢٩: واجهة وجزء من تابوت الملك منقرع (ميكيرينوس Mykerinos) (عن بيرينج Perring).

٣- استخدام التثليث (مسح الأراضى باستخدام حساب المثلثات) فى مصر القديمة. ويقال للتابوت فى المصرية القديمة: 𓊭𓎟𓋹 نب - سنخ، نيب - عنخ nb-cnh, neb-ankh، "رب الحياة Seigneur de la Vie". كما أن الكلمة الفرنسية cercueil تعنى: "الغطاء الذى يلف جسد الميت. إلا أن تلك الكلمة مشتقة من اليونانية Sarkophagos، والتى تعنى حرفيا "الذى يأكل اللحم". وكلمة cercueil تعنى فى الحضارة الغربية "أكل اللحم"، وفى مصر وباقى أنحاء أفريقيا السوداء تعنى الكلمة معنًى تقليديًا عميقًا "رب الحياة" الذى يحمى الحياة.

من أين جاء ذلك الجمال، وتلك الفخامة التى تميزت بها التوابيت المصرية القديمة؟؟ بعون الهندسة ما فى ذلك شك. وذلك التابوت المستطيل الفخم لمنقرع Menkaoura (من كاو رع Menkaoure، ميكيرينوس Mykerinos) منحوت من كتلة من البازلت تم صقلها بعناية حوالى عام ٢٦٠٠ ق.م (أواخر الأسرة الرابعة) ويحتوى على زخارف جميلة على واجهة سقف الحلق ذى البروزات ، إلا أنه لا يحمل أى كتابات منقوشة. وقد اختفى ذلك التابوت الجميل فى حادث غرق

السفينة التى كانت تنقله إلى المتحف البريطانى بلندن، وذلك فى خليج جاسكونى Gascogne (حفريات فيس Vyse ، بيرينج Perring، رافين هيل وأندروز Raven hill et Andrews، ١٨٣٧).



شكل ٣٠: يبين هذا الشكل نظام التثليث المصرى القديم، كما يسترجع مؤلف روبير باكو.

Robert Baccou، تاريخ العلم اليونانى من طاليس حتى سقراط (Histoire de la science grecque. De Thales a Socrate). Aubier، ١٩٥١، ص.١١٤.

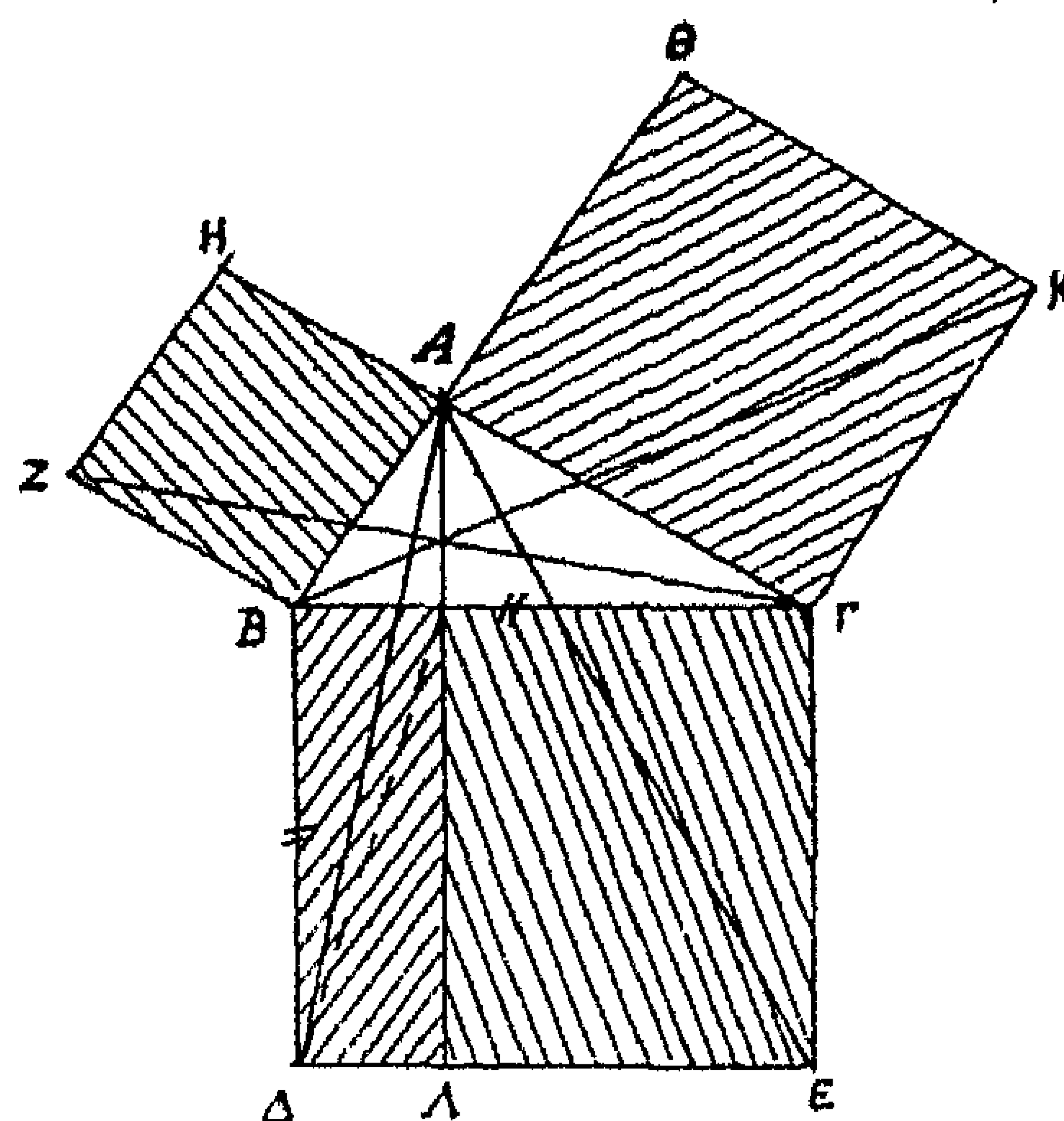
كانت أعمال التثليث للمعابد المصرية القديمة تتم باستخدام المربعات، والتى غالبا ما كانت فى شكل مثلثات قائمة الزاوية متساوية الساقين.

والإثبات الهندسى التالى يتوجب من تلقاء نفسه، فالجزء غير المرقن (المهشر) عبارة عن مثلث قائم الزاوية متساوى الساقين. ومساحة المربع القائم على الوتر تساوى مجموع مساحتى المربعين المقامين على الضلعين المتجاورين للمثلث القائم الزاوية. وتؤكد ذلك نظرية المربعات الثلاثة لفيثاغورث Pythagore، كما أنه موضح فى هندسة إقليدس Euclide: الفرضية ٤٧ من الكتاب الأول لعناصر الهندسة ، بمعرفة أنه فى مثلث قائم الزاوية، تكون مساحة المربع المقام على الوتر مساوية لمجموع مساحتى المربعين المقامين على الضلعين المتجاورين.

ومن المعروف أن فيثاغورث (حوالى ٥٨٠- ٥٠٠ ق.م)، وهو فيلسوف ورياضى يونانى، قد درس فى مصر (سيرج سونيرون Serge Sauneron، الكهنة فى مصر القديمة de l'ancienne Egypte Les pretres، دار نشر سول Seuil ١٩٥٧، ص.١١٣. مجموعة "الوقت الذى يمضى (Les Temps qui Court - رقم٦). أما إقليدس، وهو رياضى يونانى أيضا، فقد درس أيضا فى الإسكندرية – مصر، وقام ببحوثه هناك، إبان حكم بطليموس الأول (القرن الثالث قبل الميلاد).

ومن جهة أخرى، فإن نظام التثليث المصرى القديم يحتوى أيضا على توضيح لهذه النظرية الأخرى لإقليدس: متوازيات الأضلاع المقامة على نفس القاعدة وبين نفس المتوازيات تكون متساوية. وهذه هى النظرية رقم ٣٥ من الكتاب الأول "المبادئ Elements" لإقليدس.

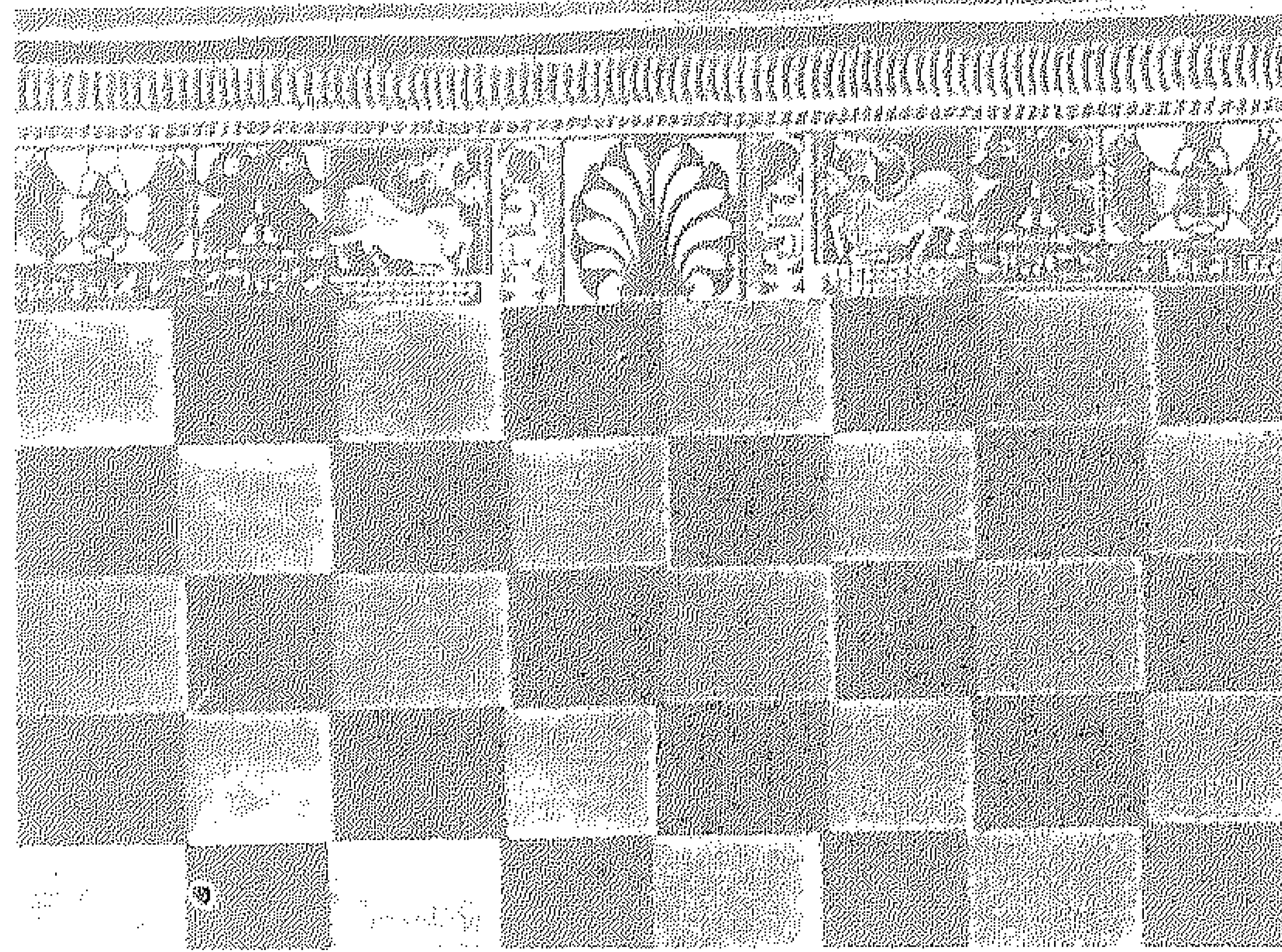
وفى الواقع فإن متوازيَى الأضلاع (المربعين) المقامين على الضلعين المتجاورين للمثلث قائم الزاوية يكونان متساويين.



شكل ٣١: نظرية فيثاغورث 1,47 من كتاب المبادئ لإقليدس . إنشاء المربعات، توازى الخطين A~ ، BΔ، يربط بين Γ Z وAΔ.

وفى مصر القديمة، استقى فيثاغورث العديد من الاكتشافات، والتى ينسبها الناس إليه مباشرة: جدول الضرب، والنظام العشرى، ونظرية المربع المقام على الوتر، ونظرية المربعات الثلاثة.

ولقد عرف أوليفييه جيلان Olivier Gillain - أحد كبار المتخصصين فى الروح الموضوعية - كيف يؤكد على تلك المساهمة ذات الأهمية البالغة من قبل مصر الأفريقية، ونجده يقول: "إن هذا الجزء من التراث المصرى لم يكن وحده الذى انتقل من عصر إلى عصر. هناك العديد من الاكتشافات، تبلغ من العمر خمسة وثلاثين قرنا، وما من شك أننا سنظل نتعهدها ونستخدمها إلى الأبد، وعلى سبيل المثال النظام العشرى للعد.." (أو. جيلان O. Gillain " العلم المصرى. الحساب فى الدولة الوسطى Le science Egyptienne, L'arithmatique au Moyan Empire _ مؤسسة المصريات رينيه إليزابيث Reine Elisabeth ١٩٢٧،ص.١٦٠، محقق بمعر فتنا).



(عن إ. بروجش E. Brugsch) الخيمه الجنائزيه لإيسيم خب Isimkheb.

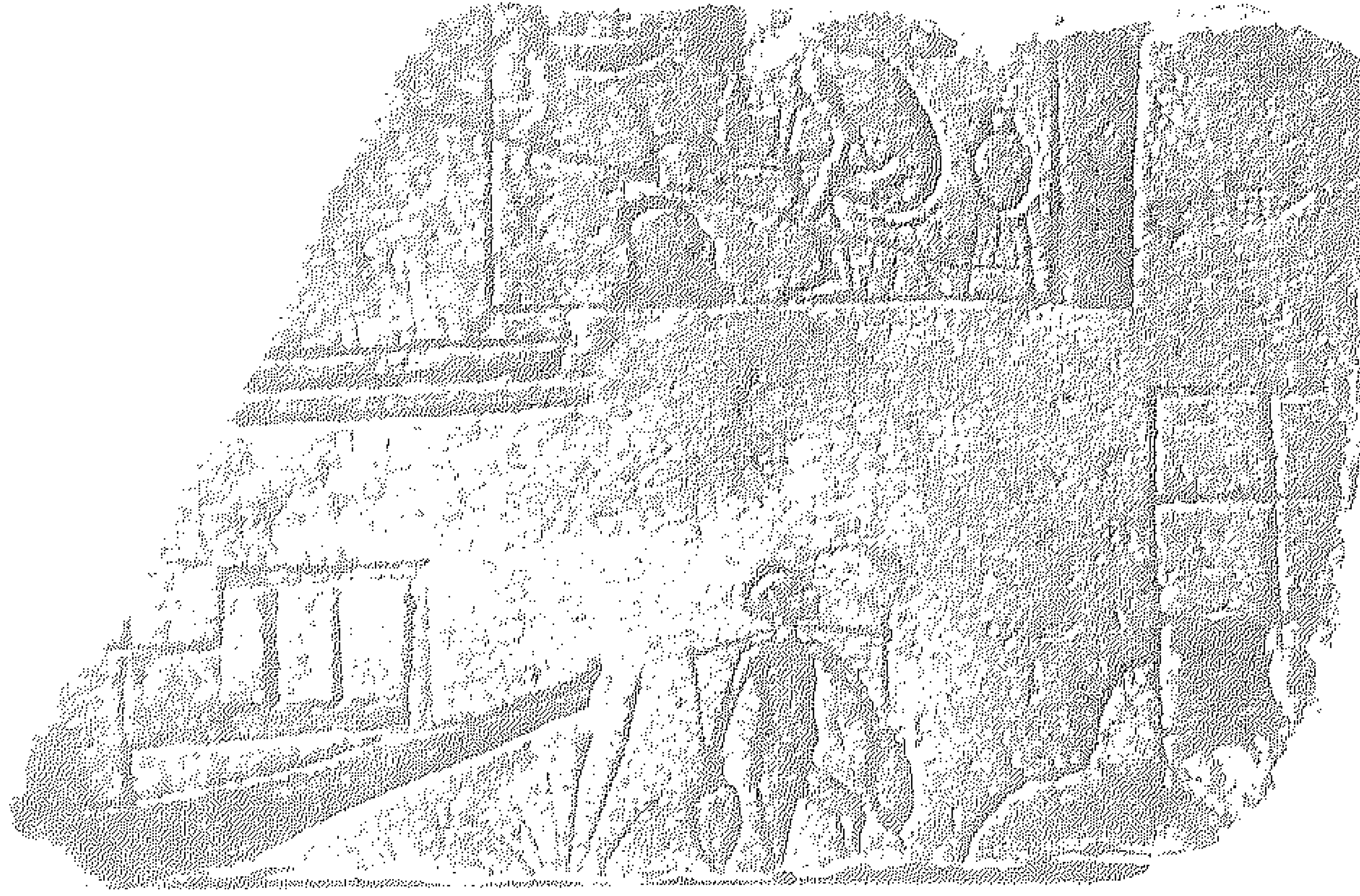
شكل ٣٢: بلاط موزاييك فى مصر القديمة، وتلك الخيمة من قصاصات الجلد محفوظة بالمتحف المصرى بالقاهرة. وقد استخدمت فى جنازة الأميرة إيسيم خب، ابنة بيند جيم الأول Pinedjem Ier الأول من الأسرة الواحدة والعشرين (١٠٧٠- ٩٦٠ ق.م). والقيمة الرمزية لمثل ذلك التصميم للبلاط واضحة: فالمربعات والمستطيلات تتعاقب فى استمرارية مثل النهار والليل، والفرح والألم، والحياة والموت، وذلك فى نطاق السلسلة العالمية للكائنات.

VI

المعين. المربع

Losange.Le carré

١ – المعين Losange (كلمة فرنسية من أصل غالى gaulois) عبارة عن متوازى مستطيلات يكون به ضلعان متعاقبان متساويان: وكل زاويتين متقـابلتين متساويتين، وكذا كل ضلعين متقابلين. وإذا كان هناك شكل رباعى الأضلاع تكون كل أضلاعه متساوية فهو معين.



شكل ٣٣: نحت بارز من العمارنة (متحف بـروكلين 65.16 – التمويـل اعتماد مالى لتشارز إدويـن ويلبـور Charles Wilbour) ومدينـة العمارنـة (أخيتاتون، "أفق آتون") أسسها أخناتون فى مصر الوسطى حوالى عام١٣٧٠ ق.م. ويظهر بستانى فى منتصف اللوحة يحمل الماء بمساعدة المـوازن balancier (عصا طويلة يوازن بها بين الإناءين المملوءين بالمياه) ليروى الحديقة المقسمة إلى مجموعات من المربعات، وقد تم رسمها بدقة هندسية .

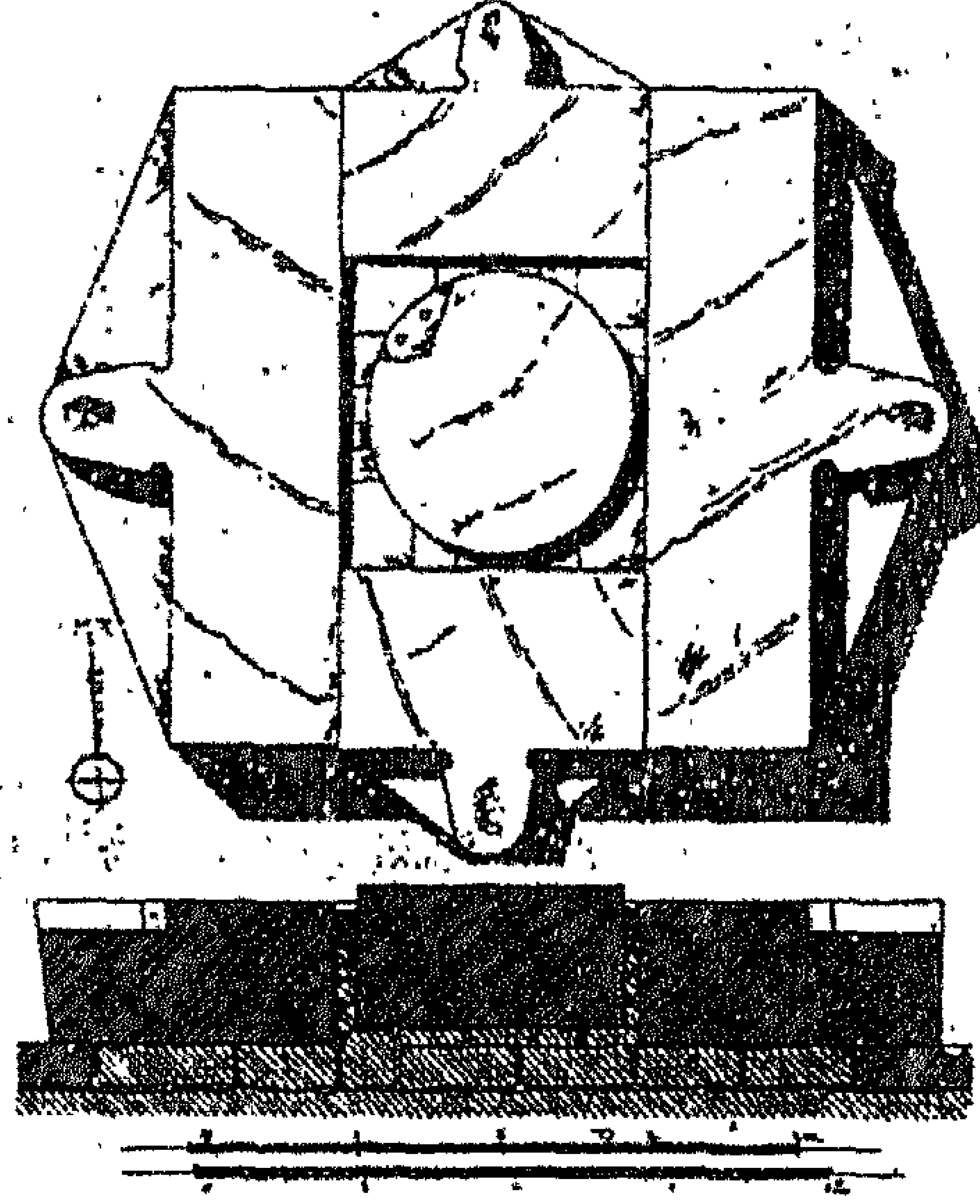
٢ – المربع Carre: عبارة عن شكل رباعى الأضلاع له خواص متوازى المستطيلات، والمستطيل، والمعين بحيث تتحقق الشروط التالية:

- أضلاعه الأربعة متساوية.
- زواياه الأربع قائمة.
- أقطاره تتقاطع عند منتصفها، وهما متساويان، ومتعامدان على بعضهما البعض، كما أنهما ينصفان زواياه.

٣– غالبا ما كانت الموتيفات الزهرية والهندسية تشكل زخرفة أسقف المقابر فى طيبة. والسطح القرميد من عصر رمسيس (حوالى عام ١٣٠٥– ١٠٨٠ ق.م)، ويعرف بالأستراكون Ostracon (انظر شكل٣٥)، عبارة عن دراسة لزخرفة سقف ما : حيث استخدم الفنان المصرى القديم شكل المعين كموتيفة زخرفية متكررة (وليم هـ. بيك William H. Peck ، الرسومات عند قدماء المصريين Les Dessins Egyptiens، باريس، هيرمان Hermann، ١٩(وليم هـ. بيك William H. Peck، الرسومات عند قدماء المصريين Les Dessins Egyptiens، باريس، هيرمان Hermann، ٨٠، ص.٥٦ ، لوحة بالألوان .(no. XVI

٣– وتتعلق المسألة رقم ٤٨ فى بردية راند Rhind بعقد مقارنة بين مساحة دائرة بقطر٩ خيت وبين مساحة مربع طول ضلعه ٩ خيت. ويمثل الشكل الذى رسمه الكاتب المصرى القديم دائرة مرسومة بدقة داخل مربع، وهذا هو تربيع Quadrature الدائرة.

ومن المؤكد أن الرياضيين المصريين القدماء كانوا يعرفون المربع، ونجد فى واقع الأمر،وكذا فى الحلول التجريدية الرياضية لدى المصريين القدماء، أن المربع كان موجودا: [hieroglyphs] ، إيفد ifd، إيفيد ifed، "مربع carre′"، "رباعى الأضلاع Quadrilate′re".



شكل ٣٤: مائدة المذبح المقدسة لتقديم القرابين من المرمر.

(عن ل. بورشار L. Borchardt) ويمثل الشكل ٣٤ المذبح المصنوع من المرمر لمعبد الشمس فى أبو صير.

وذلك المذبح مقام فى الهواء الطلق أمام مسلة رمسيس الثانى، وهو مصنوع من كتل مجمعة من المرمر بمقاسات هائلة. وأربع من تلك الكتل تم تشكيلها طبقا لعلامة القرابين. ويحتل مركز ذلك الصرح دائرة كبرى مرسومة داخل مربع (تربيع الدائرة). أما الملاحق التى تعلو كل واحدة من علامات القرابين فهى تتجه من الخارج، نحو الجهات الأربع الأصلية.

أما المعنى الذى يوحى به المذبح فهو كالتالى: الإله سيد العالم يتلقى الجزية وأمارات التكريم والولاء من الأرض كلها (وترمز إليها الجهات الأربع الأصلية). ومن ثم، فذلك المذبح قد صنع على شكل مائدة قرابين مربعة الأضلاع تتوجه نحو الجهات الأصلية الأربع. ومثل ذلك الإنشاء المستوحى من الهندسة هو الإثبات نفسه. حيث يرجع تاريخه إلى الدولة المصرية القديمة (٢٧٨٠- ٢٢٨٠ ق. م).



شكل ٣٥: دراسة لزخرفة أحد الأسقف، حوالى عـــام١٣٠٥-١٠٨٠ ق. م. والرسم بالألوان على سطح من قرميد الحجر الجيرى "الأوستراكون Ostracon". وقد رسم الفنان موتيفات زهرية داخل المعين المتكرر Losanges علـــى شـــكل الصليب، أى موتيفات هندسية (وليم هـ. بيك William H. Peck، الرسومات عند قدماء المصريين Les Dessins Egyptiens، بـــاريس، هيرمـــان Hermann، ١٩٨٠).

VII

شبه المنحرف

Trapèze

١ – شبه المنحرف: شبه المنحرف Trapèze (فى اللغة اليونانية ترابيزيون trapezion بمعنى منضدة صغيرة) هو مضلع محدب له ضلعان متوازيان.

والضلعان المتوازيان هما قاعدة شبه المنحرف. والمسافة بينهما هى ارتفاعه. وشبه المنحرف المستطيل هو شبه منحرف به زاوية قائمة. وشبه المنحرف متساوى الساقين هو شبه منحرف تكون أضلاعه غير المتوازية متساوية.

٢ – لم تتم معالجة المسألة رقم٥٢ من بردية راند Rhind من قبيل متخصص مثل جيلينجز Gilliings (ريتشارد ج. جيلينجز RichardJ.Gillings، الرياضيات فى عصر الفراعنة Mathematics in the time of Pharaohs، نيويورك منشورات Dover طبعة ١٩٨٢ الطبعة الأولى، .M.I.T، ١٩٧٢) وبالنسبة لجاى روبنز Gay Robins وتشارلز شوت Charles shute، ويتعلق الأمر بحساب مساحة مثلث ناقص (ج. روبنز G. Robins، وتشارلز شوت Ch. Shute، بردية راند الرياضية The Rhind Mathematical Papyrus، نص مصرى قديم، لندن منشورات المتحف البريطانى، ١٩٨٧، صـ٤٧: "مساحة مثلث ناقص").

ويفسر أندريه بيشو Andre Pichot مسلمات وفروض المصريين القــدماء بأنها "حساب مثلث مقطوع مــن الأرض" (A.Pichot, op. Cit.,1991,p.246). إن كل هؤلاء المؤلفين روبنز، وشوت ، وبيشو، لم يفهمــوا فــروض ومــسلمات المسألة على الوجه الصحيح، نتيجة سوء ترجمة كلمة هــت 3ht، أهيت ahet إلى "حقل champ". وهكذا كان الرأى الجمعى المسبق، والقائل بـــأن الرياضيين المصريين القدماء لم يعلوا على الإطلاق علـــى التجريبيـــة، أوالطـــرق والأساليب العملية، وبالتالى لم يكن لديهم أى روح علمية، يلقى قبولا واقتناعا على وجه خاص لدى بيشو .

ويبدو أن درس نويجيباور Neugebauer هـــو الأقـــرب تمامـــا للـــنص المـــصرى: " Beispiel zur Bereschnung eines Abschnittes eines Landes (مـــثال لحـــساب مســـاحة جـــزء مـــن حـــقــــل) (h3kt nt 3ht)" (أو. نويجيباور، هندسة النصوص الرياضية المصرية القديمـــة Die Geometrie der egyptischen mathematischen Texte، فى كتابه : "مصادر ودراسات فى تـــاريخ الرياضـــيات، والفلـــك، والفيزيـــاء Quellen und Studien zur Geeschichte der Mathematik, Astronomie und Physik"، بـــرلين، ١٩٣١، ص ٤١٩).

والواقع أن النص المصرى القديم ليس به كلمة سـبدت Spdt، والتى تعنى "مثلث Triangle"، كما أن قراءة كلمة على أنهـــا حخت h3kt لم تكن صحيحة. وكان الواجب نقلها بـــالتنقحر Transliterer (نقـــل الحروف إلى حروف اللغة التى يتم الترجمة إليها) طبقـــا لجـــاردنر (الـــسير آلان جاردنر Sir Alan Gardiner، قواعـــد اللغـــة المـــصرية القديمـــة Egyptian Grammer، لندن، طبعة١٩٦٤ ص.٦٠).

٣ – وتتفهم جميع المسائل الهندسية، فى صياغتها بالرياضـــيات المـــصرية القديمة، كل الأجزاء الأساسية التالية:

• البيان أو العرض (العنوان).

• التعريف (المسلمات والفروض).

• الحساب (البرهان).

• الحل (بالإثبات).

• النتيجة (نتائج المنهج المنطقى، الاستدلال).

٤- عنوان المسألة رقم ٥٢ من بردية راند Rhind هو



(التنقحر، Transliteration: tp n irt hkt nt 3ht. أما الترجمة فهى، مثال(tp) ل(n) حساب (irt) لجزء أوقطعة (hkt) من (n) سطح (3ht)).

كيف تم قطع أو تحديد ذلك السطح؟ وكيف هى القطعة المشار إليها من المسطح؟ وماهى الفروض والمسلمات؟ وماهى صورة أو صيغة الشكل، والذى يمثل هنا السؤال؟

والقطعة المعنية من السطح بطول ٢٠ وحدة (مريت mryt)، وقاعدتها ٦ وحدات (tp-r)، و٤ وحدات من ذلك الجزء section (p3hk باخت)، بمعنى من أين تم قطع السطح.

وربما يمكن اعتبارعبارة من أين تم تجزىء السطح أنه القاعدة الصغرى (٤ وحدات)، واعتبارالقاعدة ٦ وحدات أنها القاعدة الكبرى لذلك الشكل المخصوص والمسألة المطروحة هى: ماهى مساحة ((3ht)، "سطح surface"، "مساحة aire"، "مسطح superficie"، "مستوى plan"، وليس حقل champ فى السياق الرياضى) الشكل؟

وتضم طريقة الحساب الذى استخدمها الكاتب المصرى جمع طول القاعدتين (٦+٤= ١٠) ثم قسمة النتيجة على ٢ (١٠:٢=٥). وتكون المساحة حاصل ضرب القاعدة المتوسطة (٥) فى الطول (٢٠) (٢٠× ٥ =١٠٠).

وتكون الصيغة التى استخدمها الكاتب المصرى لحساب مساحة الشكل المعنى هى بكل دقة:

3ht = 1/2 (tp-r+hkt) × mryt

ويعنى ذلك أن مساحة شبه المنحرف تساوى حاصل ضرب متوسط القاعدتين فى الطول $S = B+b/2 \times h$. وتلك بالضبط الصيغة التى استخدمها الكاتب المصرى القديم منذ حوالى عام١٦٥٠ق.م.

وحسب الشكل الذى رسمه الكاتب بنفسه، فهو يشير إلى شبه منحرف متساوى الساقين، أى شبه منحرف يكون به الضلعان غير المتوازيين متساويين. وفى الواقع فإن الضلعين اللذين لا يشكلان القاعدة الكبرى والصغرى { tp-r، و hkt } ليسا متوازيين، ولكنهما متساويان.

ولا يحتوى النص المصرى القديم على كلمة تشير لشبه المنحرف، ولا لشبه المنحرف متساوى الساقين أيضا، إلا أن الواقع الهندسى والرياضى يشير تماما لقطاع من مسطح تم قطعه بحيث يتخذ شكل محدب رباعى الأضلاع، له ضلعان متوازيان (القاعدتان) ويساويان الضلعين الآخرين غير المتوازيين. ومن المؤكد، إذا ما تناولنا الأمر رياضيا ، أن المصريين القدماء كانوا يعرفون تماما شبه المنحرف متساوى الساقين. وأن الإنجازات الحقة كانت هناك.

وبذا كان الشيخ أنتا ديوب Cheikh Anta Diop على حق أن يقرأ ويفسر مسلمات وفروض المسألة رقم٥٢ من بردية راند Rhind، بمنتهى السهولة والوضوح، على أنها مساحة شبه المنحرف (الشيخ أنتا ديوب "الحضارة أو البربرية Civilisation ou Barbarie"، باريس التواجد الأفريقى Presence Africaine ١٩٨١، ص. ٣٣٣).

VIII

التماثل بالنسبة لنقطة ما

Symétrie par rapport á un point

١ – مركز التماثل: يكون للشكل مركز تماثل عندما تتماثل نقاطه كلها اثنتين اثنتين بالنسبة لنقطة معينة.

مثال: مركز الدائرة هو مركز التماثل لنقاط الدائرة.

٢ – لكل واحدة من الدوائر الأربع الموجودة فى السقف الفلكى لمقبرة سينينموت Senenmout (الأسرة الثامنة عشرة، تحت حكم حتشبسوت حوالى عام ١٥٠٤–١٤٨٣ ق.م)، مركز محدد بدقة. ولم يكن ذلك عبثا، فقد أراد الفلكيون المهندسون أن يحددوا بوضوح مركز التماثل لكل واحدة من الدوائر الأربع.وإلا لماذا رسموا الدوائر بذلك القدر من الكمال والدقة؟! مع تحديد نقطة فى مركز كل منها.. إن العمل مازال موجودًا هناك، وعلينا تقبله كما هو ، وهذا كل ما فى الأمر.

٣ – فى معبد حورس بإدفو، تنتظم أعمدة الرواق الكبير الاثنان والثلاثون، بهيئتهم النباتية، فى أزواج . وهناك أربعة وعشرون عمودا تنتظم فى أزواج على كل جانب من محور التماثل.

(سيرج سونيرون، وهنرى ستيرلين Serge Sauneron et Henri Stierlin: "آخر المعابد المصرية القديمة Derniers Temple d'Egypte، إدفو وفيلة، باريس شين Chene،١٩٧٥).

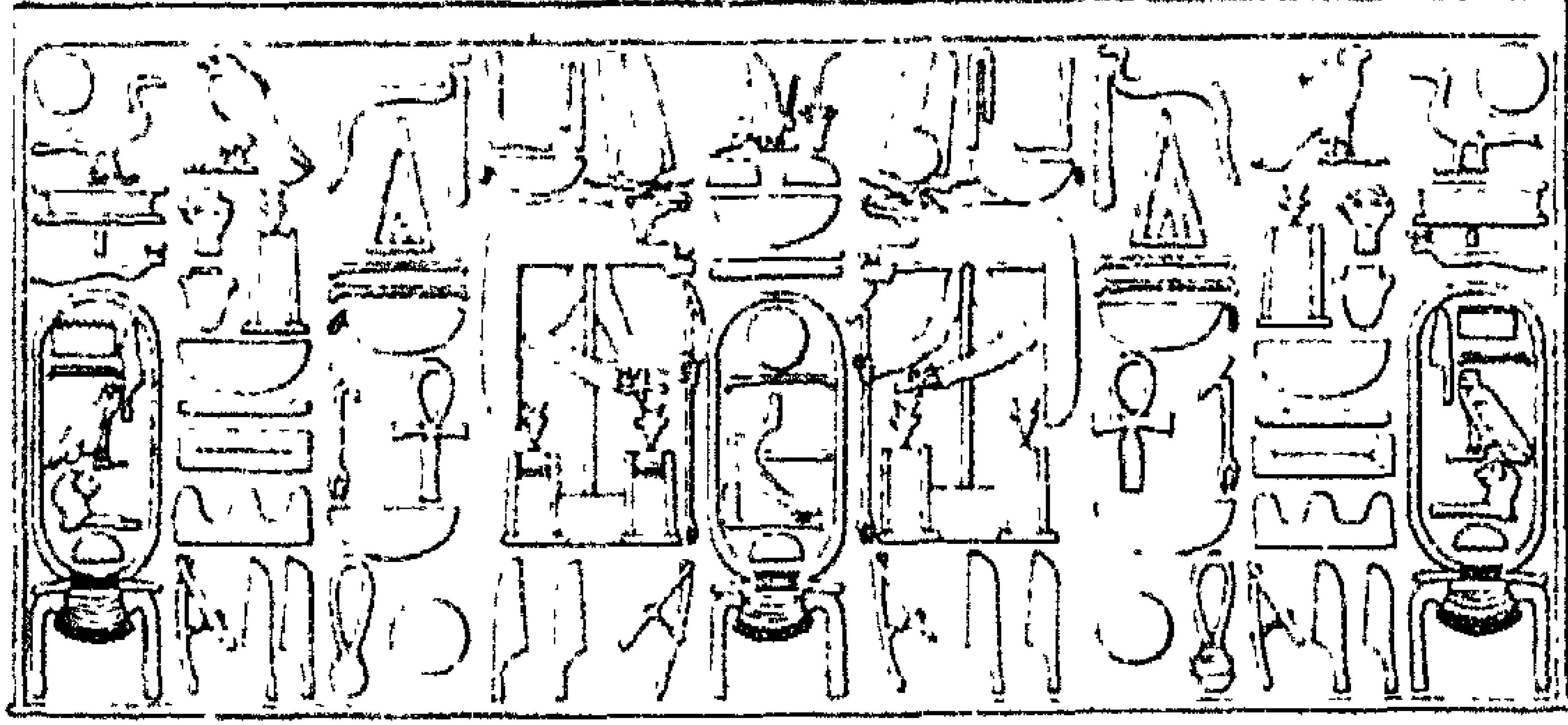
وفى الشكل ٣٦، ينتظم رسم ذلك العنصر المعمارى بدءًا من خط رأسى أوسط فى منتصف العامود، بحيث يقسمه إلى قسمين متساويين، والعامود عبارة عن دعامة أسطوانية الشكل، لها قاعدة وتاج، لرفع المبنى، والخط الأوسط المعلّم بوضوح هو فى الواقع محور التماثل لهذا الشكل.

ومما لاشك فيه أن طبيعة الكتابة الهيروغليفية عند قدماء المصريين كانت وراء اختراعهم للتماثل، ونجد ذلك فى اللوحات، والكتابات المحفورة، على المعابد وفى المنشآت المعمارية.



شكل٣٦: رسم تخطيطى لعامود فى هيئة نبات البردى على بلاطة من الحجر الجيرى astracon من أحد معابد الدير البحرى، عصر الرعامسة (١٣٠٥-١٠٨٠ق.م).

لقد كان للمصريين القدماء عقلية شديدة الميل إلى التماثل فـــى إنجـــازاتهم، تطمح دوما لتحقيق توافق وهارمونية بتوليفات معينة ونسب منتظمـــة فـــى فنـــون الكتابة المحفورة، والعمارة، والنحت المجسم أو البارز relief، والنصوص الأدبية، والطقوس.



شكل ٣٦ مكرر: كتابة متماثلة من عهد أمنمحات الثالث Ammene`mes III (١٨٤٢- ١٧٩٣ ق.م) الأسرة الثانية عشرة.

وتلك الكتابة التذكارية المحفورة من عصر أمنمحـــات الثالـــث (١٨٤٢-١٧٩٣ق.م)، وقـــد عثـــر عليهـــا فـــى الفيـــوم فـــى بلـــدة كروكوديلوبـــوليس Crocodilopolis (البلدة التى يخرج فيها التمساح الذى خرج من بـــين الأمـــواج مثل الشمس كان سيد العالم)، متماثلة بالمفهوم الرياضى، فالأحرف الهيروغليفية قد انتظمت فى تناظر نقطة بنقطة، وعنصرا بعنصر، وحرفا بحرف، وعلى مـــسافة متساوية من النص المركزى (ملك مصر العليا والسفلى، وسيد القطـــرين، نيمـــات رع Nèmaâṭ Râę)، وربما كان على مجموعة الأحرف التى على يمينه ، وتعنـــى المحبوب ("مرى mry" الحبيب bien aimé) أن يكون لها وجهة مخالفة.

وقد كرس أمنمحات الثالث نفسه للإنجازات الكبرى، وكانت الفيوم مزدهرة فى عصره، وقد بنى هناك هرمه ومعبده الجنائزى المعروف بالتيه عند اليونـــانيين (Le Labyrinthe " de Grecs – هيرودوت II,148).

IX

المضلعات المنتظمة

Polygones réguliers

١ – المضلع المنتظم: يقال للمضلع إنه منتظم إذا كانت:

أ- أضلاعه متساوية.

ب- زواياه متساوية والمربع على سبيل المثال عبارة عن مضلع منتظم تكون أضلاعه الأربعة متساوية.

ج- إذا ما قسمته الدائرة إلى أقسام متساوية، فإن الأوتار التى تربط بين نقط التقسيم المتعاقبة تكون مضلعا منتظما.

د- كل مضلع منتظم يمكن رسمه داخل دائرة.

هـ- كل دائرة فى السقف الفلكى لمقبرة سينينموت (الأسرة الثامنة عشرة حوالى عام ١٥٠٤-١٤٨٣ق.م.) مقسمة إلى أربعة أقسام متساوية، ثم إلى أربعة وعشرين قطاعا، ويكفى أن تصل بين نقاط التقسيم المتتابعة كى تحصل على مضلع منتظم داخل كل واحدة من الدوائر الأربع فى السقف الفلكى لمقبرة سينينموت. والأصل هناك: هو نقط التقسيم المتتابعة.

وكل مضلع ناتج بتلك الطريقة يكون أوتوماتيكيًا مرسوما داخل دائرة. ولو كان المهندس الفلكى المصرى القديم قد ربط بين نقط الأقسام المتتابعة لكل دائرة، لكان سيحصل على مضلعات محدبة منتظمة بنفس أعداد الأضلاع المتساوية والمتشابهة. فالأشكال المرسومة تضم كل الشروط الرياضية لذلك.

X

التشابه والتماثل

Homothètie et similitude

١ – تكبير وتصغير الشكل: فلنتفحص تلك الحالة. تكبير أو تصغير الشكل F بنسبة K، حيث يمكن من خلال المقياس K، إنشاء شكل F' يماثل الشكل F، وتكون K هى نسبة هذا التماثل. ولذا:

ا – يتم استخدام مقياس رسم أو مقياس عشرى أو زاوية تصغير، أو نستخدم فرجار تصغير.

ب – من الممكن استخدام المنساخ (البانتوجراف Pantographe)، وهو أداة تستخدم لنسخ شكل مماثل لشكل معطى.

ج – يتيح التصوير الفوتوغرافى أيضا تصغير وتكبيرالرسومات.

٢ – كيف تصرف المصريون القدماء لتصغير وتكبير الرسومات؟ إن ذلك يتعلق بمشكلة رياضية تتضمن التشابه و التماثل و التناسب.

لقد استخدم المصريون القدماء طريقة علمية يقال لها طريقة المربعات، كانوا هم أول من ابتكروها فى تاريخ الهندسة على مستوى العالم، وكان ذلك فى عصر الأسرة الأولى (حوالى عام ٣٢٠٠ ق.م).

وتتلخص تلك الطريقة فى أن المهندس المصرى القديم كان يضع الشكل المطلوب داخل مربعات يختارها بمقياس معين، وكان الشكل النهائى المرسوم هو نقل الشكل المسودة. أما مربعات التناسب فكانت فى عصر الأسرة التاسعة عشرة، وفيها تمت إضافة ارتفاع قلنسوة الجمجمة، وابتداءً من الأسرة السادسة والعشرين وصل عدد المربعات ٢٢ مربعا. وكان الرسامون المصريون ينفذون أفكارهم (موتيفاتهم) دون أى خطأ بفضل قانون النسبة والتناسب، وكان ذلك أسلوبا هندسيا بالطبع.

كان تحديد نقط تلاقى الرسم مع المربعات يتم بدقة. ولم يكن فى استطاعة الرسام، حتى لو كان مبتدئًا أو تعوزه المهارة، أن يرتكب أى أخطاء فى النسب والأبعاد، فالرسم المصرى القديم كان تتويجا لمسيرة منطقية، ورياضية، وعقلانية.

لقد كان الرسم الفرعونى نسقا عقلانيا تمت دراسته بكل دقة : ".. لقد أدركنا فعلا، وبعد مرور آلاف السنين، ومعنا فنانو التكعيبية الأكثر عصرية وحداثة، أن الفنانين الحاليين يبحثون فى نفس القواعد والأصول التى اكتشفها المصريون القدماء وقاموا بصياغتها منذ أقدم العصور، وأنها تختلف كلية عن مدارس الفن فى جميع البلاد الأخرى.." (مارسيل بو Marcelle Baud، خاصية الرسم فى مصر القديمة Le caractere du dessin en Egypt ancienne، باريس Adrien – Maisonne، ١٩٧٨، ص.٩٠).

فى عام ١٩٢٩، قام المصور(السويسرى) الألمانى باول كلى Paul Klee (١٨٧٩–١٩٤٠)، والذى مر خلال مسيرته الفنية من السيريالية إلى التجريد، برحلة إلى مصر. وكان قد ترك مدرسة الباوهاوس Bauhaus (التى أنشأها المعمارى فالتر جروبيوس Walter Grobiusعام١٩١٩) عام١٩٣١. ولنقرأ معا فقرة من كتابه بعنوان "نظرية الفن الحديث Theorie de L'art moderne، جنيف، Editions Gonthir، ١٩٦٤، ص.٤٩..". لقد بدأ عالم الفنون التشكيلية الأوروبى يتفهم بالكاد أن الدقة التى أسبغتها الأقدار على الحدس Intuition

صارت سمة للسمو والتفوق!!. ".. دروس فى الجبر والهندسة، دروس فى الميكانيكا(الاتزان والحركة)، تعلّمنا كيف نرتبط بالجوهر. بالوظيفية وليس بالانطباع الخارجى. إن المرء ليتعلم كيف يرى خلف الواجهات ، وكيف يقبض على الشىء من جذوره، كيف يتعرف على القوى الغامضة، وما قبل تاريخ المرئيات، وكيف ينقب عن الأعماق، وكيف يظهر الأشياء مجردة تحت الضوء ، وكيف يقيم الدلائل، ويجرى تحليلاته (...). يتعلم كيف ينظم الحركة فى سياقات منطقية. يتعلم ما هو المنطق.

كم من نقاط وطاقات، تتحرك فى اتجاهات خطية، ومستوية، وفراغية، قد ولدت، مثل عناصر بعينها فى فن الرسم، والفن التشكيلى، من الهندسة المصرية القديمة. إن باول كلى لم يفعل أكثر من إصراره على اكتشاف قانون للنسب من مصر القديمة، ولقد كان ذلك بفضل الهندسة التى نشأت وتطورت منذ عصور مبكرة فى تلك البلاد.

لقد كانت هناك قوانين هندسية للرسم المصرى القديم : أسلوب "الرسم بالمربعات"، والذى كان يتيح حساب نسب الأشكال، والموتيفات، بكل دقة وصرامة. فى الوقت الذى لم يكن هناك قانون هندسى للرسم فى بلاد ما بين النهرين (Elam,Sumer,Babylonie,Assyrie, chaldèe,etc.: Henri Frankfort, The Art and Architecture of the Ancient Orient. – (الفن والعمارة فى الشرق القديم)، Benguin Books, èdit. De1977,ier édit.,1954.cllection:" the pelican Historey of Art").

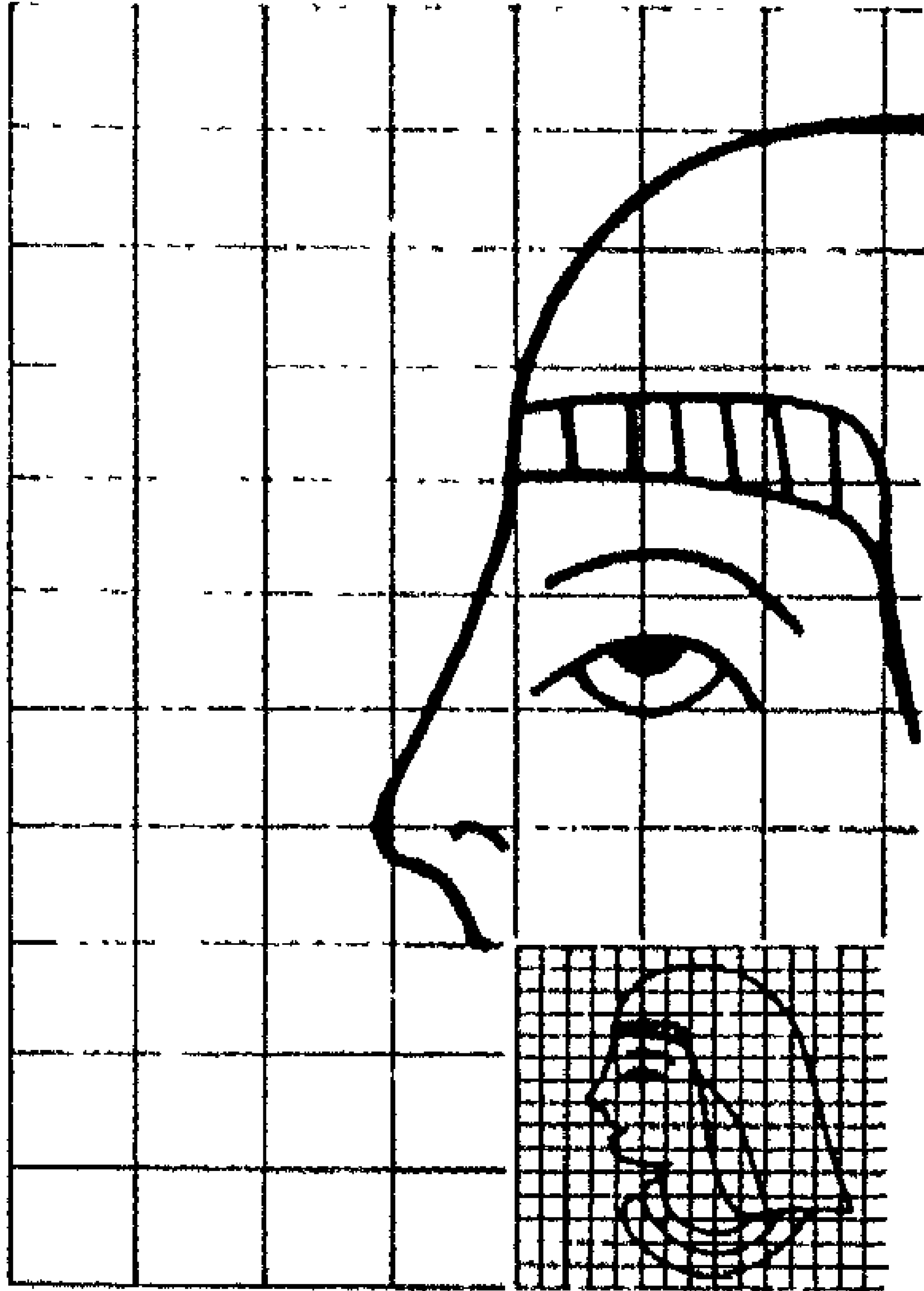
وهناك لوحات تصويرية، وأعمال نحتية مصرية قديمة غير مكتملة احتفظت بالمربعات المرسومة عليها، مما يظهر بالفعل طريقة المربعات التى كانت متبعة لتكبير وتصغير شكل ما: وكانت هناك علاقة تماثل نتيجة لذلك بين الكروكى الأولى والرسم النهائى. وهو تطبيق من التطبيقات الهندسية. ويمكن للمرء أن يطلع أيضا على الكروكيات الموجودة فى مقبرة ناخت Nakht (رقم٥٢)، كاتب وفلكى

آمون، وكذا مقبرة كينامون Kenamon (رقم٩٣)، كبير أمناء أمنحتب الثانى AmenophisII، ومقبرة راموزى Ramose (رقم٥٥)، وزير وحاكم طيبة فى أوائل عهد أخناتون.

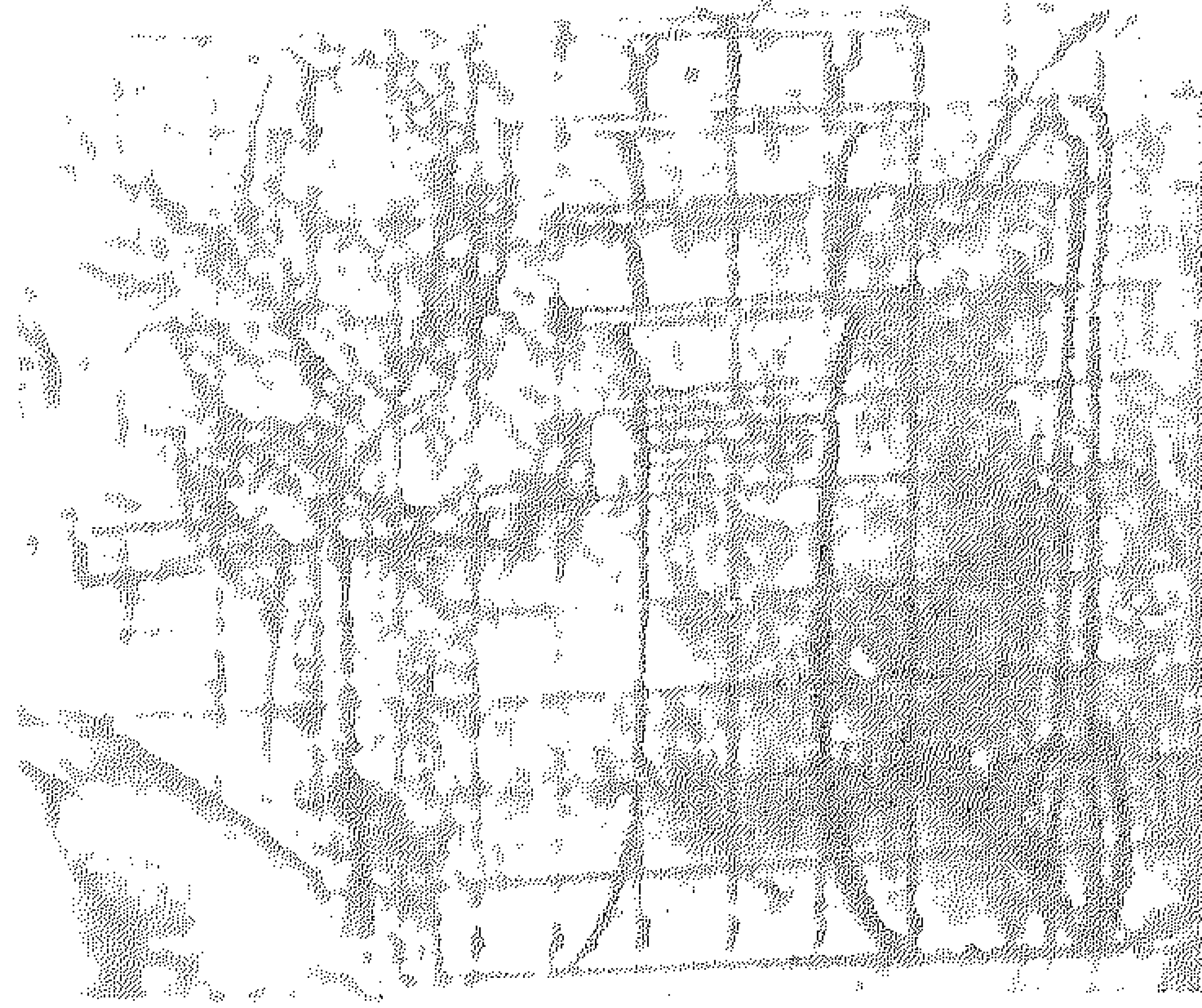
وقد قام الشيخ **أنتا ديوب** بعمل نسخ من تلك البلاطات لأشكال وصور من الأسرة الثامنة عشرة، مع تخطيطات تربيعات أخرى، والتى قام بدراستها إرنست ماكاى Mackay Ernest عام ١٩١٧ (C.A.Diop, Civilisation ou Barbarie) (شيخ أنتا ديوب،الحضارة أم البربرية)، باريس، Presence Africacaine، ١٩٨١، ص.٣٧٩-٣٨٣).

لقد كانت طريقة المربعات المصرية القديمة عبارة عن أساليب إسقاط فى رسومات هندسية Projection طبقا لقانون النسبة والتناسب فى نظرية الفن المصرى القديم. والواقع أن مصر الأفريقية، قبل كل مدارس الفن فى منطقة البحر المتوسط القديم بوقت طويل، قد تصورت وفهمت وأوضحت الجمال الفنى كنتاج للتناسب المتوافق بين الأجزاء لكل جامع.

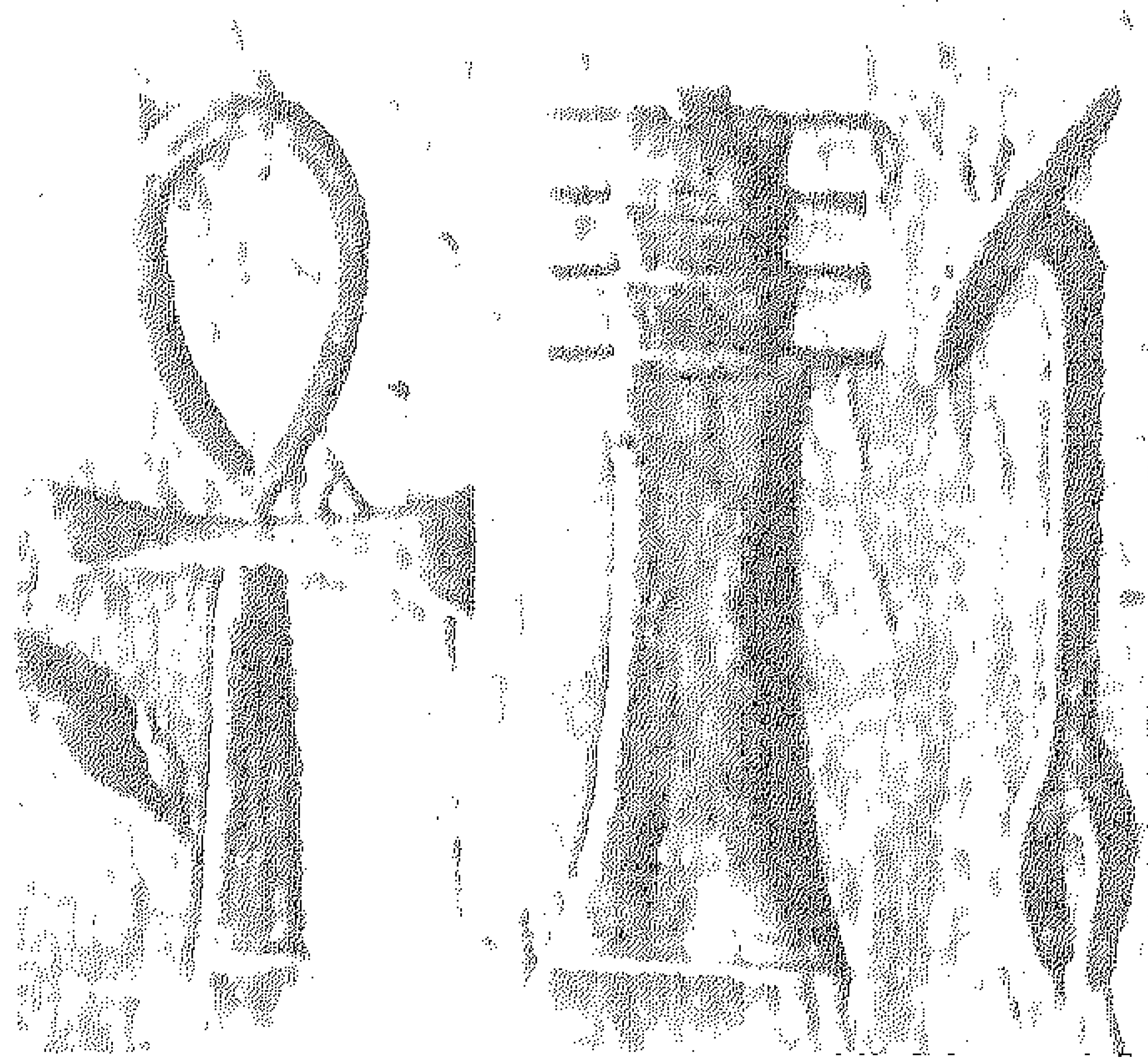
وبدون أدنى شك، فقد استلهمت اليونان القديمة الكوروا Kouroi (من النظرية والتطبيقات الجمالية – الهندسية لوادى النيل).



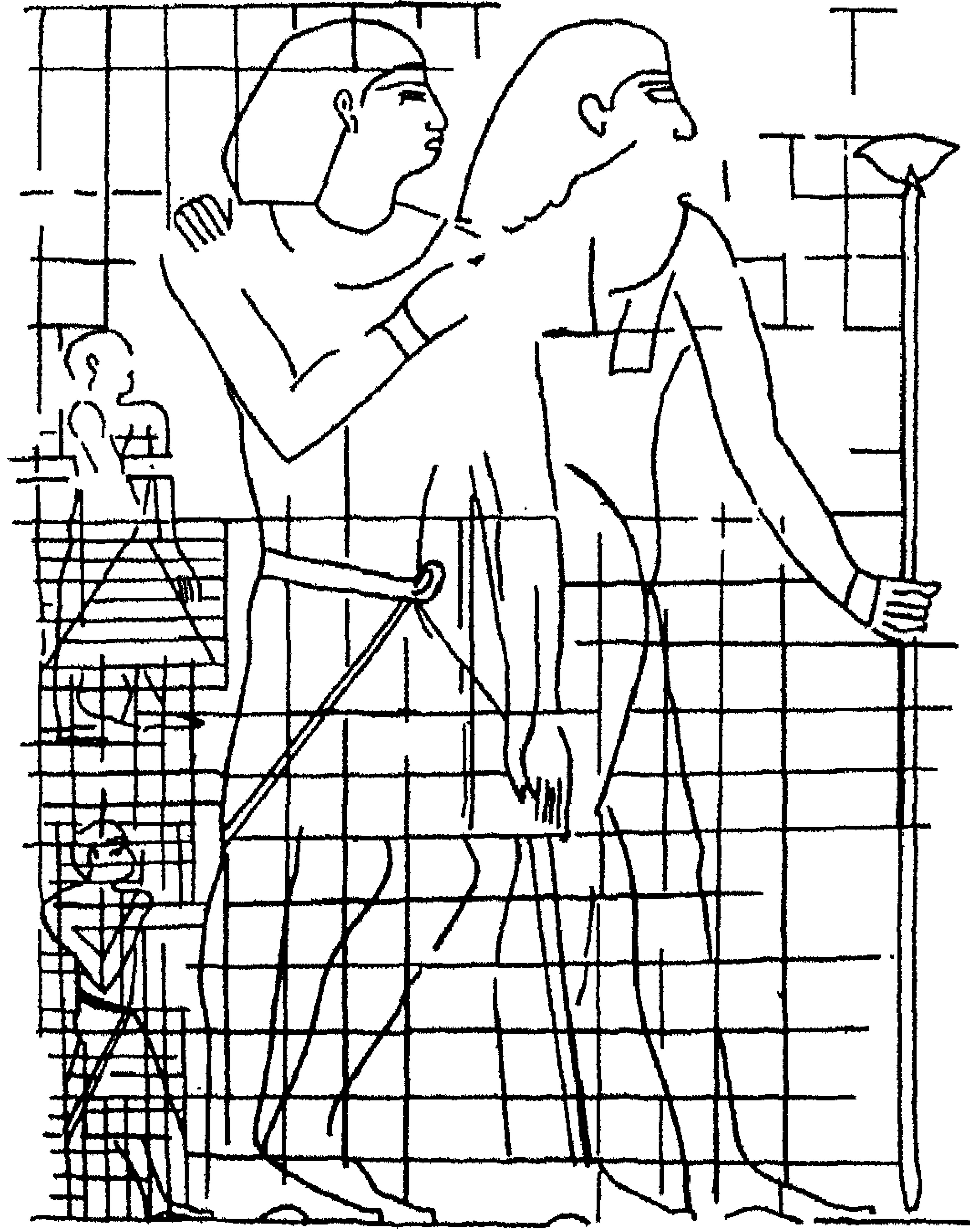
شكل ٣٧: كان المصريون القدماء يستخدمون طريقة المربعات LeQuadrillage تكبير وتصغير الرسومات، وأعطوها تلك الأبعاد الصرحية التى ظلت مثار إعجابنا حتى الآن، وبالطبع كانت هناك نسبة تماثل هندسية، بين الرسم النهائى الذى كان يتم تكبيره (أو تصغيره)، وبين الكروكى.



شكل ٣٨أ. مسودة لعدة رموز هيروغليفية. والشبكة الهندسية كانت تتيح الحصول على نسب دقيقة للرموز، وبذا كان يسهل نقلها على الجدار حتى يتم نحتها أو حفرها حفرا بارزا. رقعة من الحجر الجيرى، الدير البحرى (الأسرة الثامنة عشرة فى عهد حتشبسوت، ١٥٠٤-١٤٨٣ ق.م).



شكل٣٨ب: عمل فنى من معبد حتشبسوت (١٥٠٤-١٤٨٣ق.م)، يمثل نفس الرموز فى الشكل، والتى ربما كانت مستخدمة كموديل. وتعنى تلك العلامات الهيروغليفية: الحياة "عنخ ankh"، الاتزان "دجيت djed"، القوة "واس was, ouas".

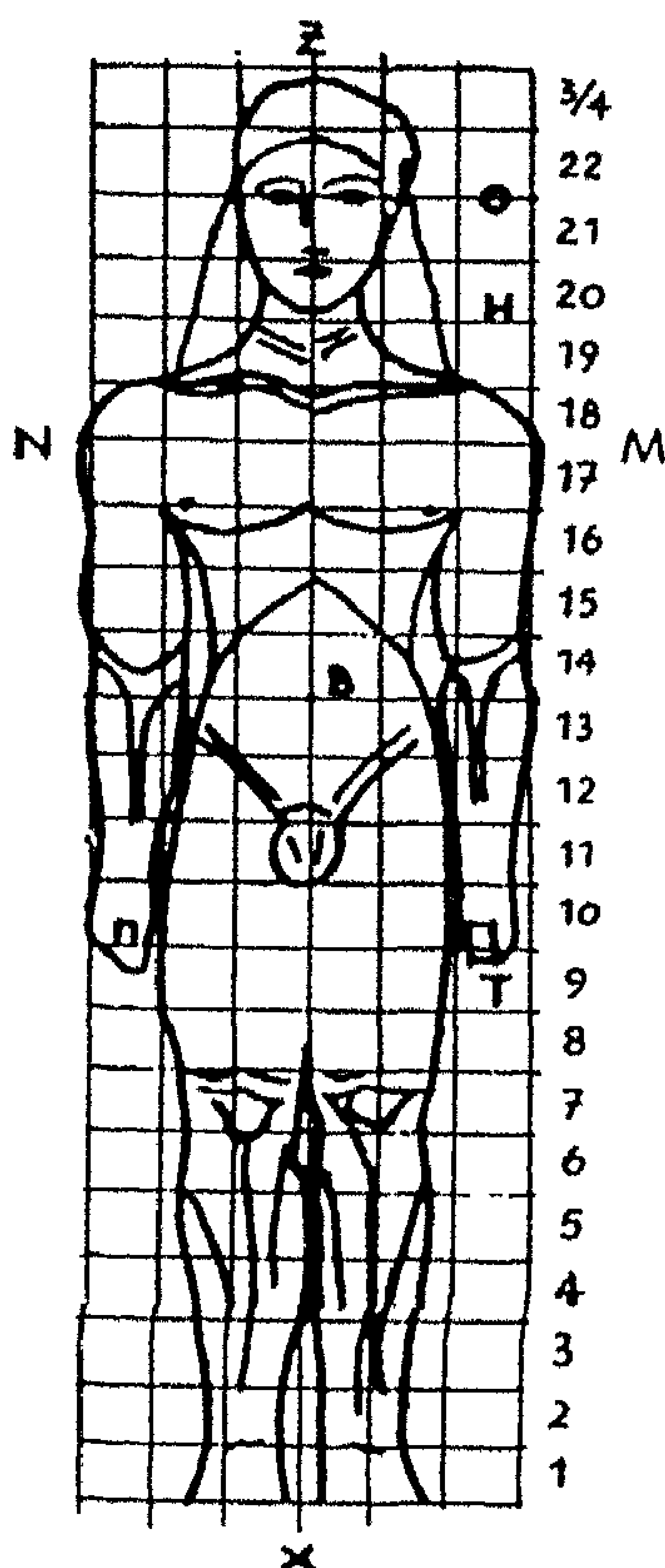


شكل٣٩: مير Meir (Blackman) the rock of tombs of Meir,II,pl.II صخرة مقابر مير).

إن طريقة المربعات لتصغير أو تكبير رسم ما، هي أحد ابتكارات المهندسين المصريين القدماء، وكل ذلك قد جاء من مصر مباشرة، من هندسة ذلك البلد الأفريقي: - "In the history of Western art the canonical tradition is indeed the only real and direct Egyptian inheritance - the true - legacy of Egypt" (.. وسنجد أنه على مر تاريخ الفن فى الحضارة الغربية، لم

يكن هناك فى الواقع سوى تقاليد القواعد والقوانين والمعايير كميــراث مــصرى حقيقى ومباشر – وصية مصر الحقيقية!!) – (إريك إيفرســين Erik Iversen – تقاليد القواعد والقوانين The Canonical Tradition – ضمن كتاب شامل حرره ج.ر. هاريس J.R.Harris بعنوان ميــراث مــصر The Legacy Of Egypt، أكسفورد، مطبعة كلاريندون Clarendon، الطبعة الثانية، ١٩٨٨، ص.٨١).

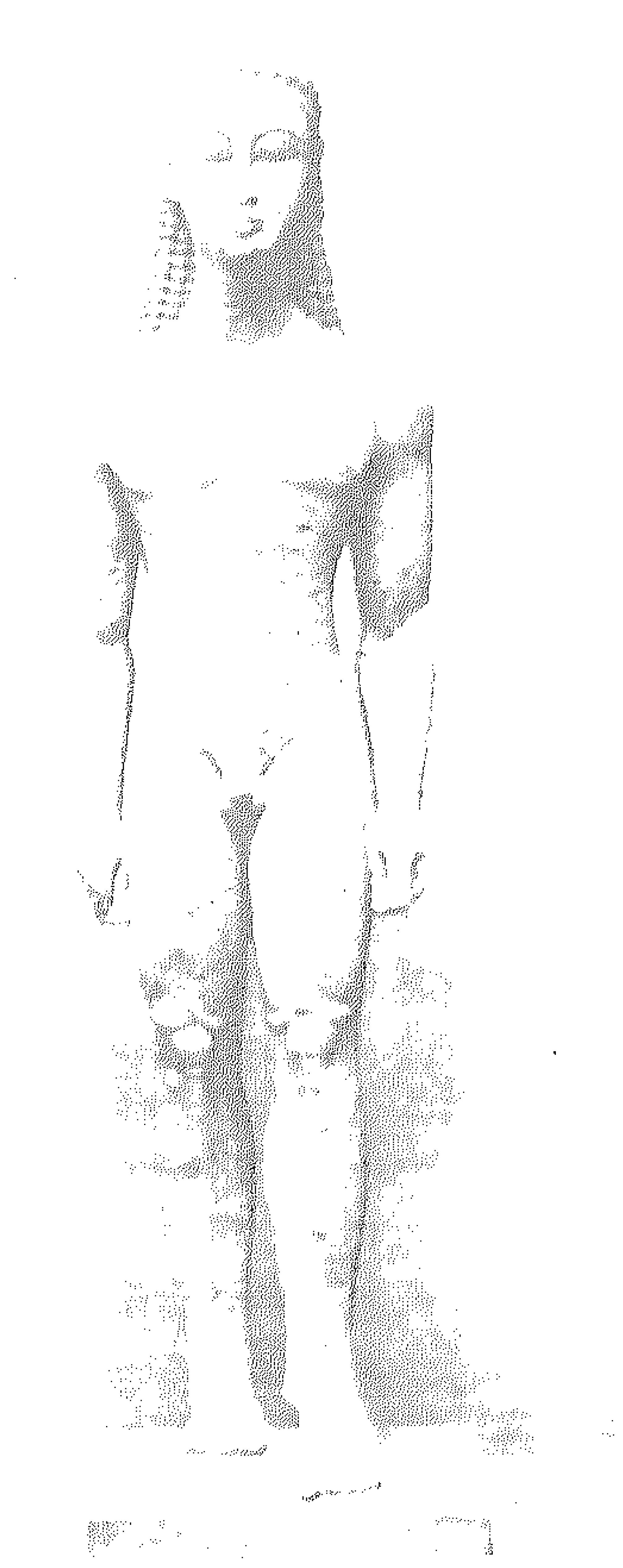
الترجمة عن النص الفرنسى: فى تاريخ الفن الغربى، كانت التقاليد المعيارية للنسب والتناسب (للتماثيل والأعمال النحتية) فى الواقع هــى الميــراث الحقيقــى والمباشر– وصية مصر الحقيقية. دونما أى تراث آخر!.



شكل ٤٠: كــوروس أيــونى ionien kouros، بمعنــــى ابــــن ، وصـــــبى، وكوروبلاثوس koroplathos، بمعنى صانع التماثيل الصغيرة، وهنا تمثال لشاب يونــانى عارى تم نقله بالرسم من خلال ٢٢ مربعــا بقوانين النسبة والتناسب التى كان معمـــولا بها فى عهد الأســرة السادســة والعــشرين (من عام٦٦٤ – ٥٢٥ ق.م).



أ

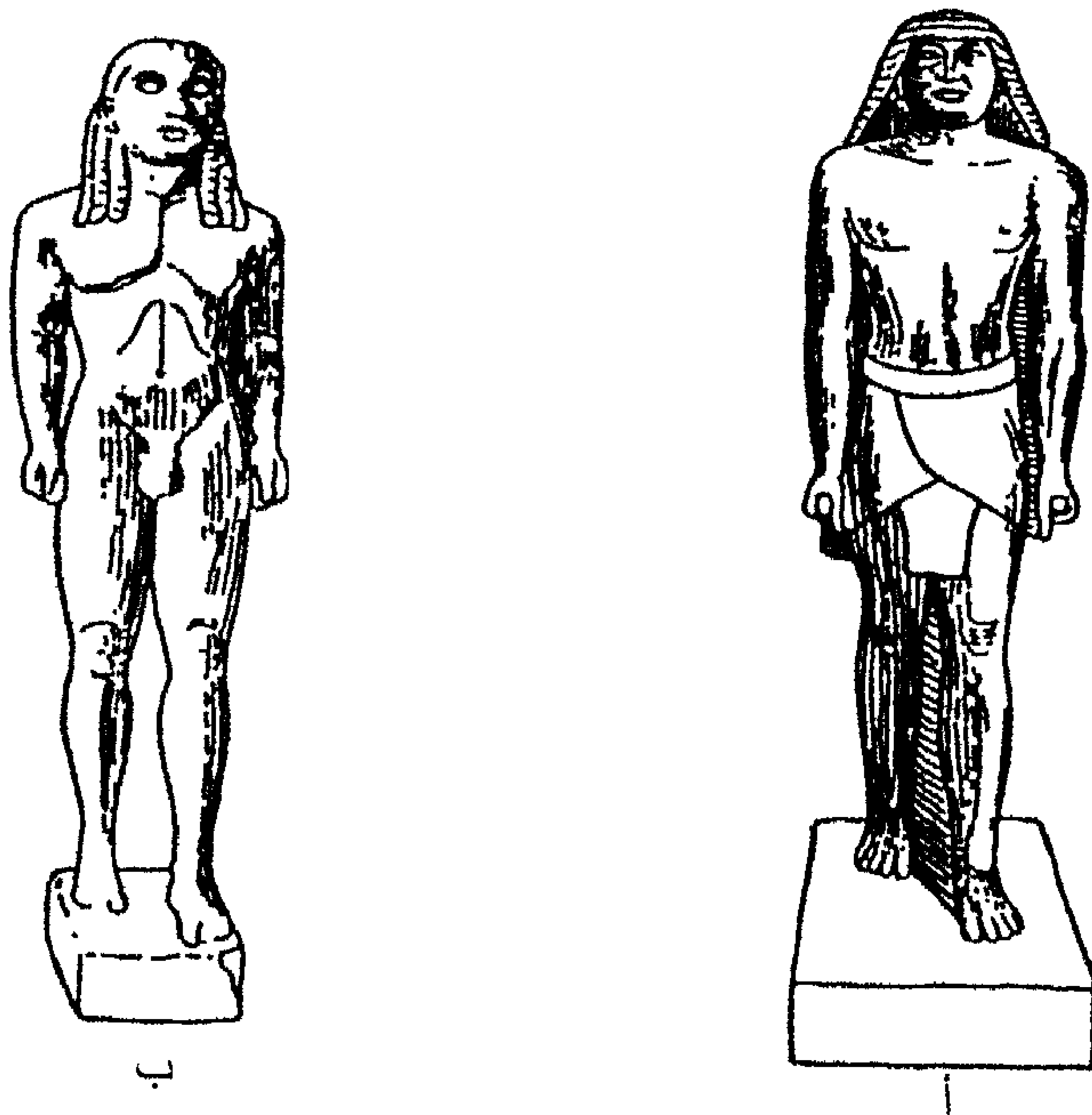


ب

شكل٤١ (أ): تمثال رانفيرRanefer (رانوفيرRanofer)، كبير الكهنة لأمنحتب (حوالى ٢٥٠٠ق.م).

حجر جيرى ملون، الارتفاع١٨٠سم، متحف القاهرة أسلوب غير مزخرف تلمس فيه الإحساس بالحجر.

شكل٤١(ب): كوروس أتيكى attique (حوالى عام٦٠٠ق.م) والتمثال من الرخام وارتفاعه ١,٨٤ متر. نيويورك - متحف الميتروبوليتان رقم 32.11.1. Fletcher Fund، ١٩٣٢، ونلمس فيه التأثر بالنموذج المصرى.



شكل٢ ٤ (أ): تمثال مصرى من الحجر

شكل ٢ ٤ (ب): تمثال يونانى لشاب عار، كوروس، من منطقة دلفى Delphes

والملاحظ أن الشكل (أ) هو نموذج للشكل (ب). انظـــر جون بوردمــــــان John Boardman. The Greeks Overseas. The Archaeology of their Early Colonies and Trade (اليونانيون عبر البحار. علم الآثـــار فـــى مـــستعمراتهم وتجـــارتهم الباكـــــرة). Penguin Books، طبعة ١٩٧٣، ص.١٤٣ شكل أ،ب.

وقد روى لنا ديودور الصقلى Diodore de Sicile عن اليونانيين الــذين كانوا فى وادى النيل ليتلقوا دراستهم: ليكـــورج Lycurgue، صـــولون Solon، أفلاطون Platon، فيثاغورث Pythagore، أونوبيدس Oenopide، ديموقريتس Democrite، أيودوكس من مدينة سنيد Eudoxe de Cnide... إلــخ. ويــذكر المؤرخ اليونانى أيضا اثنين من النحاتين تعلما حرفتهما فى مــصر، وهمــا ابنــا

رويكوس Rhoecus: تيليكليس Tèléclès، وتيودور Thédore، واللـــذان نفـذا تمثال أبوللــو الــدلفى Apollon Pythien لمــواطنى جزيــرة ســاموس Les Samiens. ويتذكر ديودور الصقلى قوانين النسبة والتناسب فى مــصر القديمــة قائلا: ".. وللوصول إلى تلك النتيجة، قام النحاتون المصريون القدماء بتقسيم الجسم البشرى كله إلى واحد وعشرين وربع جزء، وانطلاقا من ذلــك التقــسيم، أخــذوا ينفذون جزءا جزءا من مجموعة الأشكال (...)، وعلى هذا فيتــضح أن الأســلوب الذى اتبع فى تنفيذ تمثال ساموس كان مأخوذا من الطريقة المصرية القديمة..".

(ديودور الصقلى Diodore de Sicile، Livre I,II partie,xcviii)

XI

المساحات

Les aires

١ – المساحة Surface: فى الرياضيات، تعنى جزءا من مستوى أو فراغا.

– المسطح Superficie. هو امتداد سطح ما (والكلمة فى اللاتينيــة تعنــى سطحا).

– المساحة Aire. (فى اللاتينية area تعنى سطحا ســويا surface unie)، هى المسطح، أى امتداد سطح شكل ما.

ويعنى ذلك أنه فى اللغة السائرة تــشير المــساحة لــنفس معنــى الــسطح والمسطح، أما فى الرياضيات، فتقتصر كلمة مساحة على قياس سطح الشكل.

٢ – سطح شكل مستوى (للقياس): هو الجزء من مستوى يضمه محيط ذلك السطح.

٣ – قياس السطح: قياس سطحٍ مثلا، هو حساب عدد الوحدات أو الأجــزاء التى يحتويها.

٤ – وحدة المساحة أو السطح: طالما تم اختيار وحدة للطول، فــإن وحــدة المساحة تكون عبارة عن مساحة مربع ضلعه هو وحدة ذلك الطول.

مثال: فى النظام المترى، تكون وحدة الطول هى المتر، وبذا تكــون وحــدة المساحة هى مساحة مربع طول ضلعه متر أى مترا مربعا (م ٢).

٥ – الكلمة الهيروغليفية أحت 3ht، أحيــت ahet، حــسب استخدامها فى الرياضيات.

لابد أنها كانت تفهم على أنها جزء معين من مستوى أو من حيز: وتلك هى المساحة، أو امتداد السطح (المسطح La superficie)، وأيضا قياس المسافة لشكل مستوى (المساحة L'aire).

أما فى وقتنا الحالى، فإن كلمة مساحة aire تعنى سطحا سويا مجهزا لدرس السنابل (البيدر أو الجرن). إلا أنه فى عالم الرياضيات سنجد أن نفس الكلمة تعنــى قياس مساحة شكل هندسى.

لو لم يقم المتخصصون الغربيون فى الرياضيات الفرعونية بــإجراء تغيــر جذرى فى عقليتهم ولم يتمسكوا فى عناد بالمعنى الشائع لكلمة أحــت 3ht، أحيــت ahet "حقل"، فى الهندسة المصرية القديمة لكان مــسموحا بكــل الحماقــات فــى الترجمة، وعلى سبيل المثال:

- "مثلث مقطوع من الأرض un triangle coupè de terre "كترجمــة" جزء من مستوى une portion de plan".
- "حقل مستدير Une champ round" كترجمة "لشكل مــستو دائــرى Une figure plane circlaire". وهل كــان المــصريون القــدماء يزرعون فى يوم من الأيام حقولا مستديرة!!؟
- "مثلث من الأرض Un triangle de terre" "كترجمة لــشكل مــستوى مثلــث une figure plane triangulaire". وإذا ماتكلمنــا بلغــة الرياضيات، فإن "مثلث من الأرض triangle de terre" لن يحمل مــن المعنى ما هو أكثر من "مثلث من السماء triangle de ciel"، أو "مثلث من الماء triangle d'eau ".

٦- لقد كان المصريون القدماء يفهمون عملية قياس المساحات على الوجه الأكمل. والواقع، فإن التعبير peter ahet.ef ، ptr 3ht.f "ما هو مساحة كذا؟" يشير بوضوح إلى أنه سؤال لحساب iri المساحة (أحت 3ht) لشكل مستوى معطى.

٧- كانت وحدة الطول هى المضاعف الأساسى للذراع Coudée. بمعنى أن وحدة . حت ht، خيت khet (قضيب verge)، كانت تساوى ١٠٠ ذراع. ووحدة المساحة i سيتات Setet، كانت تساوي١٠٠ ذراع مربع (والتى كان اليونانيون يسمونها "آرورaroure"، رغم أن تلك الآرور لم يرد ذكرها فى نظام القياس اليونانى الكلاسيكى نفسه). وبذا كانت السيتات هى مقياس المساحة الذى يساوى خيتا khet مربعا، ويساوى ١٠٠ ذراع مربع، أى ٢٧٣٥ مترا مربعا، أو حوالى ١/٤ هيكتار (ها ha) يساوى هيكتوميتر مربع (هم٢ hm2): ١ها= ١هم٢=١٠٠٠٠متر مربع.

أما المضاعف الذى كان أكثر استخدام اللسيتات فهو ها ha، خا kha، ويساوى ١٠٠٠ ذراع مربع، ١٠آرورات، أى٢٧٣٥ مترًا مربعًا.

٨- لقد احتشدت كل إمكانيات الرياضيات لحساب مساحات الأشكال الهندسية المستوية المعروفة: وكانت المفاهيم نفسها للمساحة، وقياس مساحة ما ووحدة المساحة على النحو التالى:

أحت 3ht، أحيت ahet "سطح"،"مساحة"، "مسطح".

بترا إحت .إف ptr 3ht.ef ، بتير أحيت إف peter ahet.ef، "ما هى مساحة (كذا)"؟

حت ht،خيت khet، وحدة الطول:١٠٠ ذراع.

ستيت st3t، سيتات setat، وحدة المساحة:١٠٠ ذراع مربع.

ها h3 ، خا kha ، وحدة المساحة: ١٠٠٠ ذراع مربع والملاحظ أنه فى الرياضيات البابيليونية، لم تكن هناك علاقة قياس مباشرة بين وحدة الطول، ووحدة المساحة: فمن ناحية لدينا وحدة الطول أماتوم ammatum "الذراع" ، وهى بطول ٥٠ سم تقريبا (وهناك أيضا وحدات قياس أخرى للطول مثل أوبانوم ubanumm "الإصبع" ويبلغ حوالى ١,٦سم، وكانوم qanum "القصبة"، وهى حوالى ٣ أمتار ..إلخ)، ومن جهة أخرى هناك وحدة المساحة "موس mus ، أوشاروم sharum" ، أى مربع وحدة الطول "حديقة"، وهى حوالى ٣٦ مترا مربعا (وهناك أيضا وحدات قياس أخرى للمساحة مثل "إيكم ikum" "حقل"، وهو حوالى ٣٦٠٠ متر مربع، وبوروم ، ويبلغ حوالى ٦,٤٨ هكتار) .

أما فى مصر، فقد كانت وحدة المساحة هى مساحة مربع طول ضلعه يساوى وحدة الطول. وفى بابليون، لم تكن وحدة المساحة (موس/ شاروم، حوالي ٣٦ مترا مربعا) عبارة عن مساحة مربع طول ضلعه هو وحدة الطول (أماتوم "الذراع"، حوالى ٥٠سم). وفى مصر أيضا ، كانت وحدة المساحة "سيتات" هى مساحة مربع يكون طول ضلعه هو وحدة الطول "خيت": والوحدة "خيت" تساوى ١٠٠ذراع، كما أن الوحدة سيتات تساوى ١٠٠٠٠ ذراع مربع، أى مربع وحدة الطول خيت.

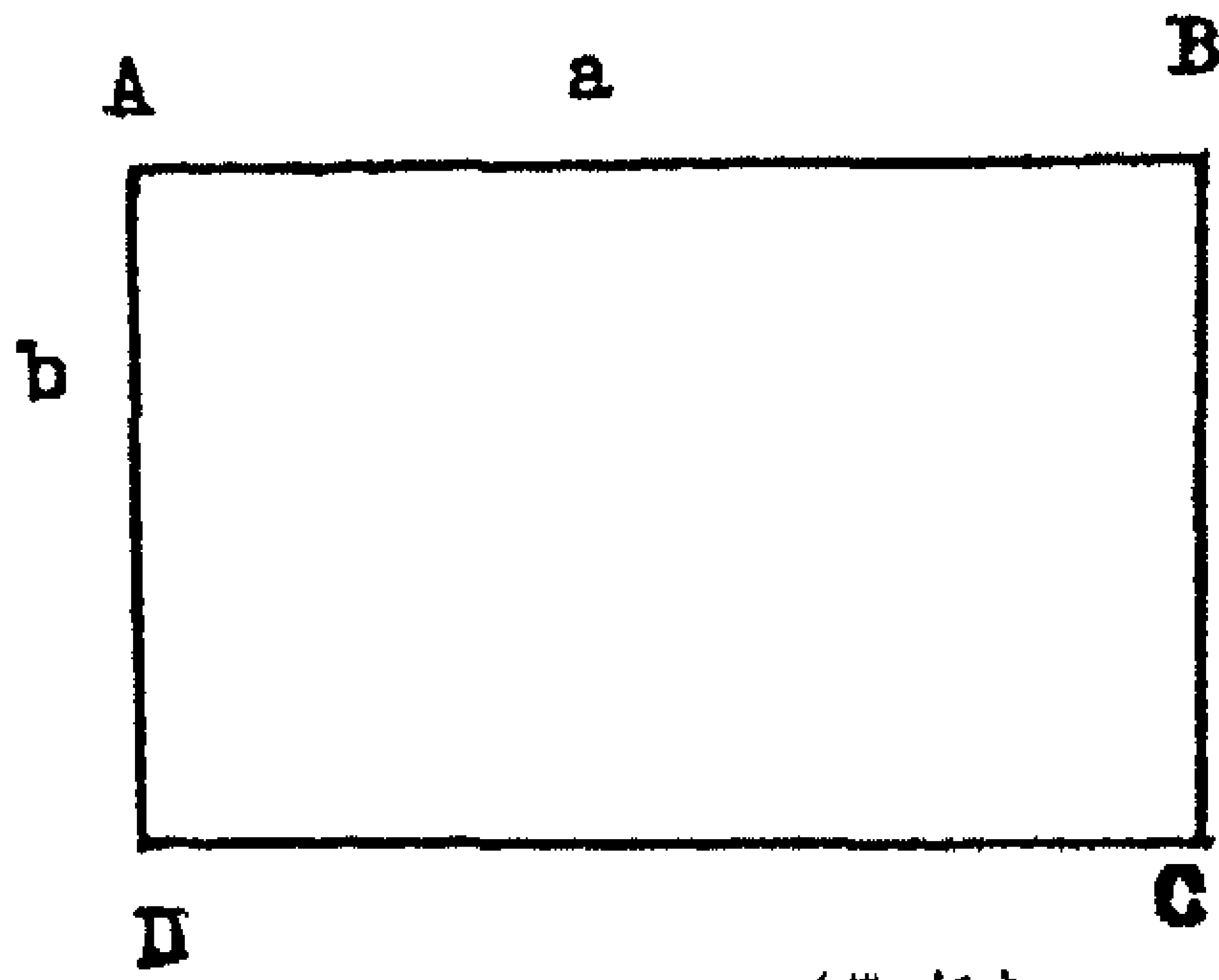
ويظهر بوضوح أن النظام المصرى القديم كان يسلك فى أدائه سلوكا مماثلا للنظام المترى، حيث إن وحدة المساحة هى مساحة مربع وحدة الطول: فالمتر المربع يرتبط مباشرة بالمتر الطولى، مثل الذراع المربع (سيتات) مع قيمة الذراع الطولى (خيت). وربما كان النظام المترى (الغربى) بذلك أكثر قربًا مع النظام المصرى القديم عنه مع النظام البابليونى. إنه لتاريخ حق وعلمى للهندسة، بمعنى أنه تاريخ دون انحياز أو تعصب، ودون أيديولوجيات زائفة رسخت فى الذهن، من خلال التربية والثقافة، منذ الطفولة، ومن الطبيعى أن يأخذ فى حسبانه كل تلك المكتسبات الموضوعية والصحيحة. ومن الواضح أيضا أن الموضوعية العلمية هى فى الوقت نفسه انتصار ثقافى وأخلاقى.

XII

مساحة المستطيل

Aire du rectangle

١ – مساحة المستطيل: حسب النظرية فإن مساحة المستطيل تساوى حاصل ضرب طول ضلعيه.



شكل ٤٣

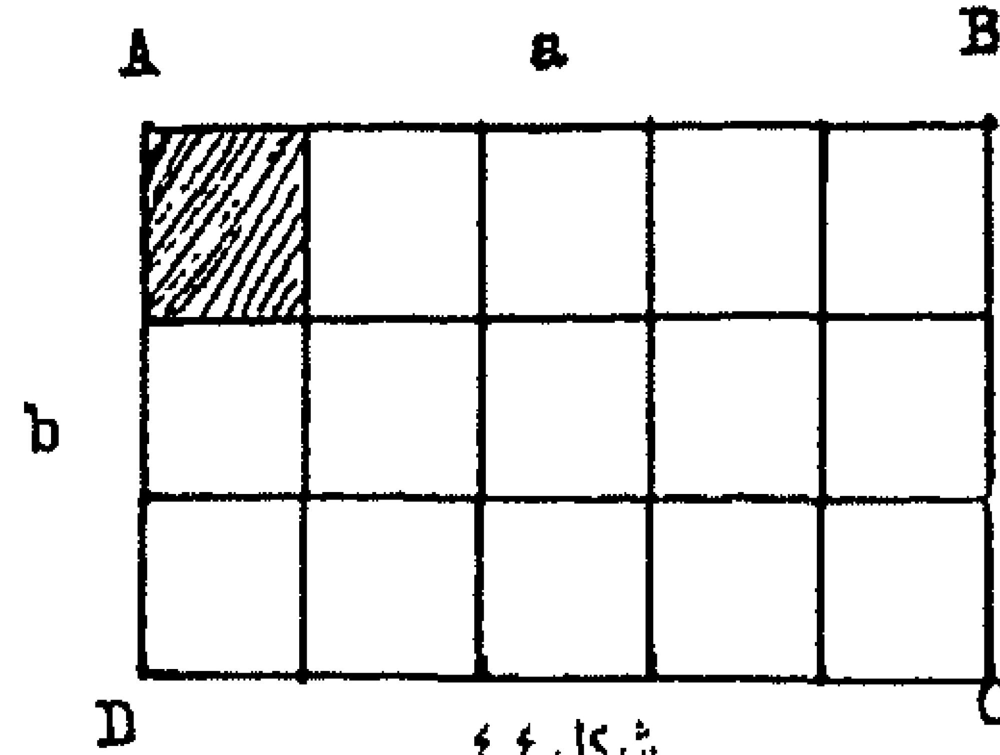
المستطيل ABCD

AB= a

AD= b

S= a×b

مثال واقعى وبرهان لصياغة النظرية. الضلعان a وb، الطول والعرض على النحو التالى: a = ٥، b = ٣ وإذا ما قسمنا a إلى خمسة أجزاء متساوية، b إلى ثلاثة أجزاء متساوية. فإن كل جزء من تلك الأجزاء سيكون مساويا لوحدة الطول.



شكل ٤٤

ومن خلال نقط التقسيم، نرسم خطوطا موازية للأضلاع AB وAD: وبـذا ينقسم المستطيل ABCD إلى ٥×٣ (أو) ١٥ مربعا مساوية لوحدة المساحة. وتكون مساحته = ١٥ (أو ٥×٣): وهو حاصل ضرب ضلعيه.

وإذا كانت وحدة الطول هى المتر فإن: a= ٥ أمتار، b= ٥ أمتار، وs= ١٥ مترا مربعا.

يحتوى المستطيل ABCD ما قيمته ١٥ مرة من وحدة المساحة المهشرة فى الشكل، ووحدة الطول هى طول أى ضلع لأحد المربعات المهشرة.

٣ – تقوم المسألة رقم ٤٩ فى بردية راند Rhind بالضبط على حساب مساحة سطح مستطيل أبعاده: ١٠خيت للطول، و٢ خيت للعرض، وقد وضع الكاتب فى النص ٢ خيت بكل وضوح.

ونفس ذلك المقاس موضوع أيضا على الشكل المرسوم بمعرفة الكاتب. أما فى التنفيذ، فإن حساباته تلك شديدة الدقة قد نفذها بعرض مقداره "١" خيت فقط. ولذا كان يجب عليه أن يكتب ١ خيت فى النص، وعلى الرسم بدلا من ٢ خيت. ويكفى تصحيح الوضع طبقا لحسابات الكاتب نفسه، دون أدنى مبالغة.

هل مر الكاتب فى حساباته من وحدة الطول(الذراع) إلى وحدة المساحة (الذراع. المربع) ؟

كم هو سؤال هام، قادر وحده على الكشف عن الروح العلمية لدى الكاتب. فى الواقع لم يكن هناك سوى البرهان الرياضى، الذى هو صميم الحل الذى اتبعه الرياضى المصرى القديم.

٤ – من الضرورى أن نقرأ النص بكل دقة:

(١) [hieroglyphs]

(٢) [hieroglyphs]

(٣) [hieroglyphs]

(٤) [hieroglyphs]

10 khet

2 khet

شكل ٤٥

الترجمة:

(١) مثال لحسابات(تب ن إيست tp n ist) مساحة (أحت 3ht).

(٢) إذا كان لديك (مى دد ن. ك mi dd n.k): شكل رباعى الأضلاع (إفد ifd) له de (ن n) مسطح (أحت 3ht).

(٣) له de (ن n) ١٠ خيت على sur (ر r) ٢ خيت (مقاساته).

(٤) ماهى مساحته (بتر إيحت. ف ptr 3ht.f)؟

وعندما يكتب المرء: "مثال لحساب مساحة حقل ما.." ".. حقل رباعى الأضلاع.."، فيعنى ذلك أنه لم يفهم مفردات لغة الرياضيات فى مصر الفرعونية.

والتعبير الرياضى [hieroglyphs] إفد ن H حت ifd n 3ht، إيفيد إن أحيد ifed en ahet لا يعنى "شكل رباعى الأضلاع فى حقل"، "حقل على شكل رباعى الأضلاع"، فهذا ليس تجريدا كافيا فى الرياضيات، ويجدر من الآن فصاعدا أن تكون الترجمة أكثر دقة: حساب مساحة شكل مستوى رباعى الأضلاع، فيعنى ذلك من الناحية الرياضية أن السطح المراد حسابه ليس به ميل أو انحراف gauche، بل هو مُتضمَّن فى مستوى معين. وهنا المعنى الحقيقى لهذا التعبير، والذى كان يترجم دوما على نحو خطأ فى علم المصريات، حتى الآن.

وبالنظر إلى أبعاد ذلك المضلع الذى نحن بصدده، نجده مستطيلا، والشكل الذى رسمه الكاتب المصرى القديم بنفسه يمثل مستطيلا على أحسن وجه (إفد، إيفيد ifd, ifed).

٥ – والحسابات التى أجراها الكاتب المصرى صحيحة تماما:

١٠ أذرع = ١٠٠٠ ذراع مربع ١ ذراع = ١٠٠ ذراع مربع

المساحة S = ١٠٠٠ ×١٠٠=١٠٠٠٠٠ ذراع مربع

ويتحرك الكاتب المصرى القديم فى سلاسة بين وحدة الطول ووحدة المساحة، فهو يعرف الصيغة $S = a \times b$، والتى تستخدم على الوجه الصحيح لحسب مساحة المستطيل. ويعنى ذلك أن المستطيل المعنى يحتوى على ١٠٠٠ وحدة من وحدات المساحة.

والمسألة رقم ٦ فى بردية موسكو (مكتوبة حوالى عام ١٨٥ ق.م) تثير الاهتمام على نحو خاص، وقد ترجمها ريتشارد ج. جيللينجز (Richard J. Gillings ترجمة موجزة فى كتابه "Mathematics in the time of the pharaohs" (الرياضيات فى زمن الفراعنة)، نيويورك، منشورات Dover، ١٩٨٢، ص ١٣٧، ١٣٨.

إنها مسألة مستطيل. مساحته معروفة، والعرض معطى ككسر من الطول

$S = 12, l = 1/2 + 1/4$ de L

والمطلوب فى المقام الأول، حساب L وl. ونجد أن L = ٤، و l= ٣

والخطوة الثانية، يكون مطلوبا أن تقيم زاوية المستطيل، أى من الخارج الجذر التربيعى للضلعين.

وفى الطريقة الحديثة سيتم تمثيل الأشياء على النحو التالى:

$S = Lx\, l = L\, x(1/2+1/4)\, x\, L.$

$L\, x\, (1/2 + 1/4)\, x\, L = 12.$

$L2/2 + L2/4 = 12.$

$$\frac{212 + L2}{4} = 12.$$

$2L2 + L2 = 48.$

$L2\ (2 + 1\ \ = 48$

$L2 = 16.$

$L = 4.$

ولقد كانت تلك هى بالضبط إجابة الكاتب المصرى حوالى عام ١٨٥٠ ق.م

وبالنسبة للعرض يكون الحساب كالتالى:

$l = 4\ (1/22 + 1/4)$

$l = 4\ (2/4 + 1/4)$

$l = 4 \times 3/2$

$l = 3.$

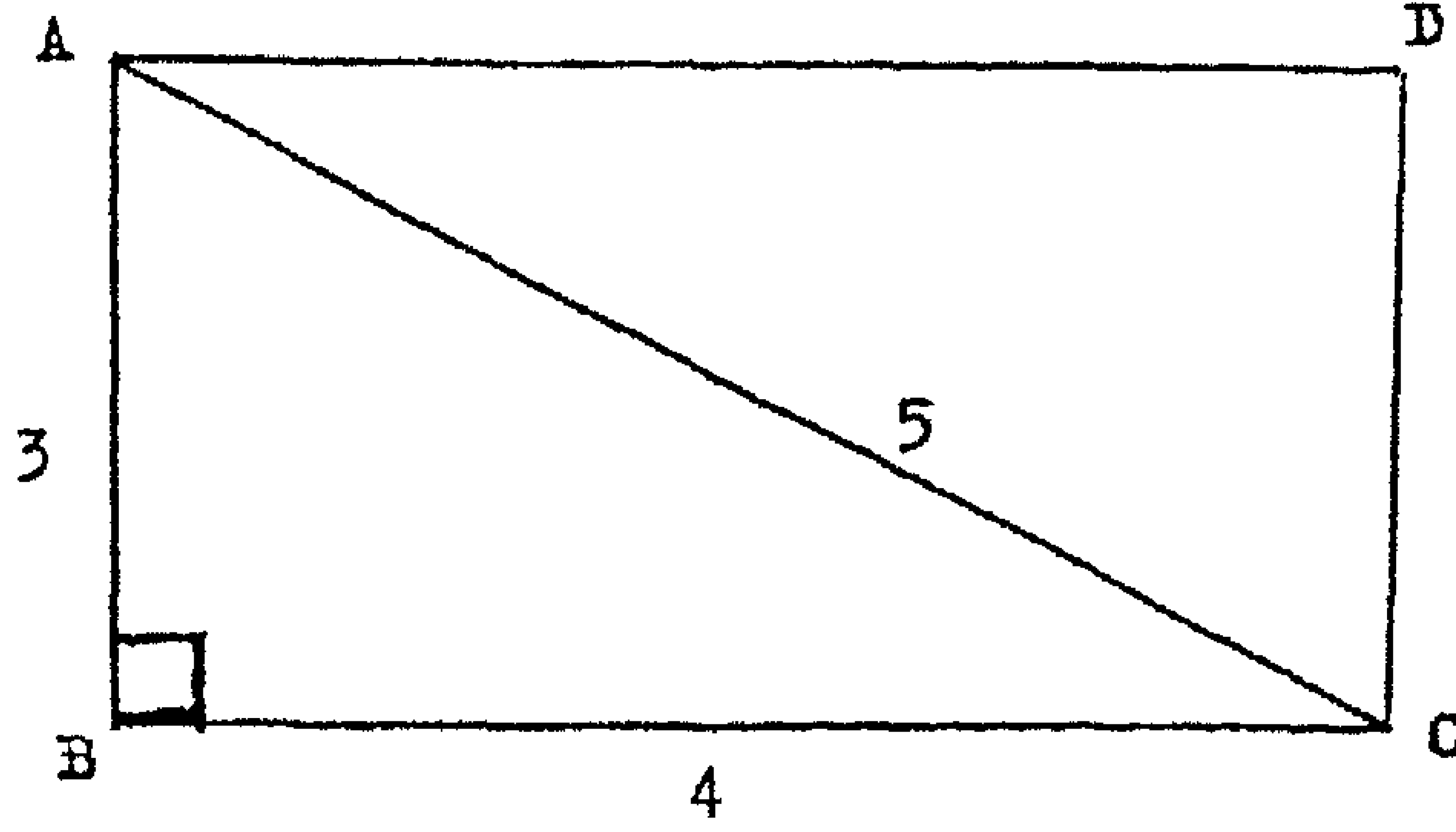
ولقد كانت تلك بالضبط إجابة الكاتب المصرى حوالى عام ١٨٥٠ ق.م

استخراج الجذر التربيعى ل. L، l:

$L = 4 \quad \sqrt{4} = 2$

$L = 3 \quad \sqrt{3} = 1.73$

ومن الممكن الآن إنشاء مستطيل معروفة مساحته وأطوال أضلاعه:



شكل ٤٦

وبرسم القطر AC، يمكن الحصول على المثلث قائم الزاوية ABC، وهو مثلث فيثاغورث الشهير المعروف للرياضيين المصريين القدماء قبل ميلاد فيثاغورث (حوالى٥٨٠ – ٥٠٠ ق. م) بألف سنة.

$$AC = \sqrt{32 + 42}$$

$$AC = \sqrt{25}$$

$$AC = 5$$

والجذر التربيعى $\sqrt{5} = 2,236$

ولوكان تاريخ الرياضيات قد دُون بأسلوب علمى، بمعنى أنه لو كان دقيقا وصافيا وموضوعيا، بدلا من التشدق الدائم بمثلث فيثاغورث، فقد كان أولى بهم أن يذكروا المثلث المصرى على نحو أكثر صوابا، لأن المصريين القدماء قد عرفوا، من الناحية الرياضية، ذلك المثلث، وكانوا ينظرون إليه نظرة تقديس، قبل ألف سنة من ميلاد الرياضى اليونانى الشهير، والذى يعزى إليه دون وجه حق ريادة اكتشاف ذلك المثلث، فالأسبقية فى ذلك كانت أفريقية مصرية.

على أن من الثابت، أن أعظم كتاب السير الذين أرخوا لفيثاغورث قد ذكروا أنه تلقى تعليمه فى مصر على يد كهنة تلك البلاد.

١ – ".. لقد اكتسب (فيثاغورث) من المصريين، والكلدانيين، والفينيقيين، العلوم التى تسمى الرياضيات،لأنه من بين جميع الممالك فى العصور القديمة، كان المصريون يبدون اهتماما بالهندسة، والفينيقيون يهتمون بعلوم الأعداد والحساب، والكلدانيون بالعلوم الفلكية (بروفير Prophyre، حياة فيثاغورث La Vie de Phythagore، باريس، la belle lettres، ١٩٨٢. نص قام بتحريره وترجمته إدوارد دى بلاس Edouard de places، S. J, 6& ، ومحقق بمعرفتنا).

٢ – ".. جذبت حياة الكهنة المصريين فيثاغورث، ورغب فى مشاركتهم. وأخذ يرجو الطاغية بوليكراتوس Polycrate أن يكتب لأمازيس Amasis ملك مصر، وكان صديقا له ومضيفه، كى يلحقه بهيئة الكهنة. وتم له ما أراد. وبوصوله إلى مصر ومثوله بين يدى الملك، حصل على توصية من أمازيس للكهنة.." (بورفير، حياة فيثاغورث. مرجع سبق ذكره–٧). وأمازيس هوأحد فراعنة الأسرة السادسة والعشرين من سايس Saide[1] (٥٧٠ – ٥٢٦ ق.م)، وبناء على توصيته، درس فيثاغورث على يد كهنة مصر فى هيليوبوليس، وممفيس، وطيبة (ديوسبوليس Diospolis)، لمدة تربو على٢٢ عاما.

٣ – ".. وفى مصر، تردد فيثاغورث على الكهنة، وتعلم منهم الحكمة، واللغة المصرية، والطرق الثلاث التى كانوا يكتبون بها.." (بورفير، حياة فيثاغورث، مرجع سبق ذكره ١١، ١٢").

---

(١) عاصمة ملوك الأسرة السادسة والعشرين– مكان صالحجر الحالية، وكان أمازيس متعاطفا مع اليونانيين الوافدين إلى مصر ومنحهم مدينة دينوقراطيس على الشاطئ الشرقى من الفرع الكانوبى للنيل (البرلس والمعدية حاليا)، وقد أقامت الجالية اليونانية بها وازدهرت كثيرا – المترجم.

لماذا يتجاهلون كل تلك الإنجازات الموضوعية، والتى لم تكــن مــن قبيــل الصدمات لليونانيين القدماء أنفسهم؟ ولماذا يتم تزوير التاريخ؟ لماذا يلــوون عنــق الحقيقة التاريخية؟ وباسم أى من تلك التحيزات الدائمة والأحكام المسبقة. ألن يكون هناك قدر أكبر من الأمانة العلمية والنزاهة الفكرية فى أيامنا هذه؟

XIII

مساحة المربع

Air du carré

١ – المربع هو مستطيل تكون جميع أضلاعه متساوية. وإذا كان ضلع المربع هو a، فإن مساحته:

$$S = a \times a = a2$$

٢ – وبذا تكون مساحة المربع هى مربع طول ضلعه.

٣ – فى الهندسة المصرية القديمة، فإن كلا من المربع (إفد ifd) والمستطيل (إفد Ifd) عبارة عن أشكال رباعية الأضلاع (إفد ifd) تختلف فقط فى الشكل والأبعاد، فالمربع تكون أضلاعه الأربعة متساوية.

٤ – وإذا كان المرء يعرف كيفية حساب مساحة مضلع كالمستطيل، يكون من السهل تماما أن يستطيع حساب مساحة مضلع مثل المربع.

ولما كان الرياضيون المصريون القدماء يعرفون كيفية حساب حجم إسطوانة ذات قاعدة مربعة بكل دقة (والتى اعتاد علماء المصريات على تسميتها – على سبيل الخطأ – بالشونة المربع (صومعة الغلال)): وهى المسألة رقم [illegible] في بردية راند Rhind. من الضرورى ضرب مساحة القاعدة المربعة فى الارتفاع للحصول على حجم الإسطوانة المعينة. ومن ذا الذى كان في استطاعته أن [illegible] أكثر أو أقل من ذلك..؟ وما كانت تلك العبارة أكثر [illegible] ما كانت فى [illegible] الشعر [illegible] عالم الرياضيات.

XIV

مساحة المثلث

Aire du triangle

١ – تحتوى المسألة رقم ٥١ من بردية راند Rhind، على حساب مساحة المثلث، وعلى نحو خاص على طريقة أصيلة تماما فى الحل لإثبات أن مساحة المثلث تساوى بالضبط نصف حاصل ضرب أحد الأضلاع فى الارتفاع المناظر.

ولم يكن هناك إصرار بالمرة حتى الآن على الحل البرهانى للكاتب المصرى الذى يدعم الهندسة الخالصة.

٢ – فيما يلى نص المسألة رقم٥١، فضلا عن أن الحل دقيق للغاية:

(١) [illegible]

(٢) [illegible]

(٣) [illegible]

(٤) [illegible]

(٥) [illegible]

(٦) [illegible]

(٧) [illegible]

(٨) [illegible]

(٩) [illegible]

الترجمة:

(١) مثال لحساب (المساحة) لمثلث (سبدت spdt) في (م m) مستوى (إحت 3ht).

(٢) إذا كان لديك (مى دد ن.ك mi dd n.k): مثلث (سبدت spdt) له ١٠خيت تتعلق ب (حر hr) ارتفاعه (مريت س Mryt. S).

(٣) ٤ خيت ك (م m) قاعدته (تب–ر.س. tp-r.s.).

(٤) ما هي (بتر "quoi" ptr) مساحته (إحت.س 3ht.s)؟

(٥) الحل الصحيح (إيرت مى حبر irt mi hpr).

(٦) ستحصل (إيرى.حر.ك iri.hr.k) على نصف (غس gs) ل (ن n) ٤، ويكون (م m) ٢.

(٧) لكي (ر r) يعمل (رديت rdit) متوازي مستطيلاته (إيفد.س ifd.s).

(٨) ستعمل على النحو (إيرى.حر.ك iri.hr.k) بأن تضرب ١٠ في ٢ (واإح تب ة ١٠ سب٢ w3h tp m 10 sp 2).

(٩) هذه هي مساحته (إحت س بو 3ht.s pw:"مساحته، هي هذه").

٣ – وهكذا يتم الحصول على مساحة المثلث المراد:

$$S=\frac{a \times h}{2} \quad \cdot$$ أي

$$S=\frac{4 \times 10}{2}=20.$$

ويحسب الكاتب المصري القديم أيضا ٢٠ على إثر إنشائه لمضلع باستخدام نصف طول القاعدة ٤.

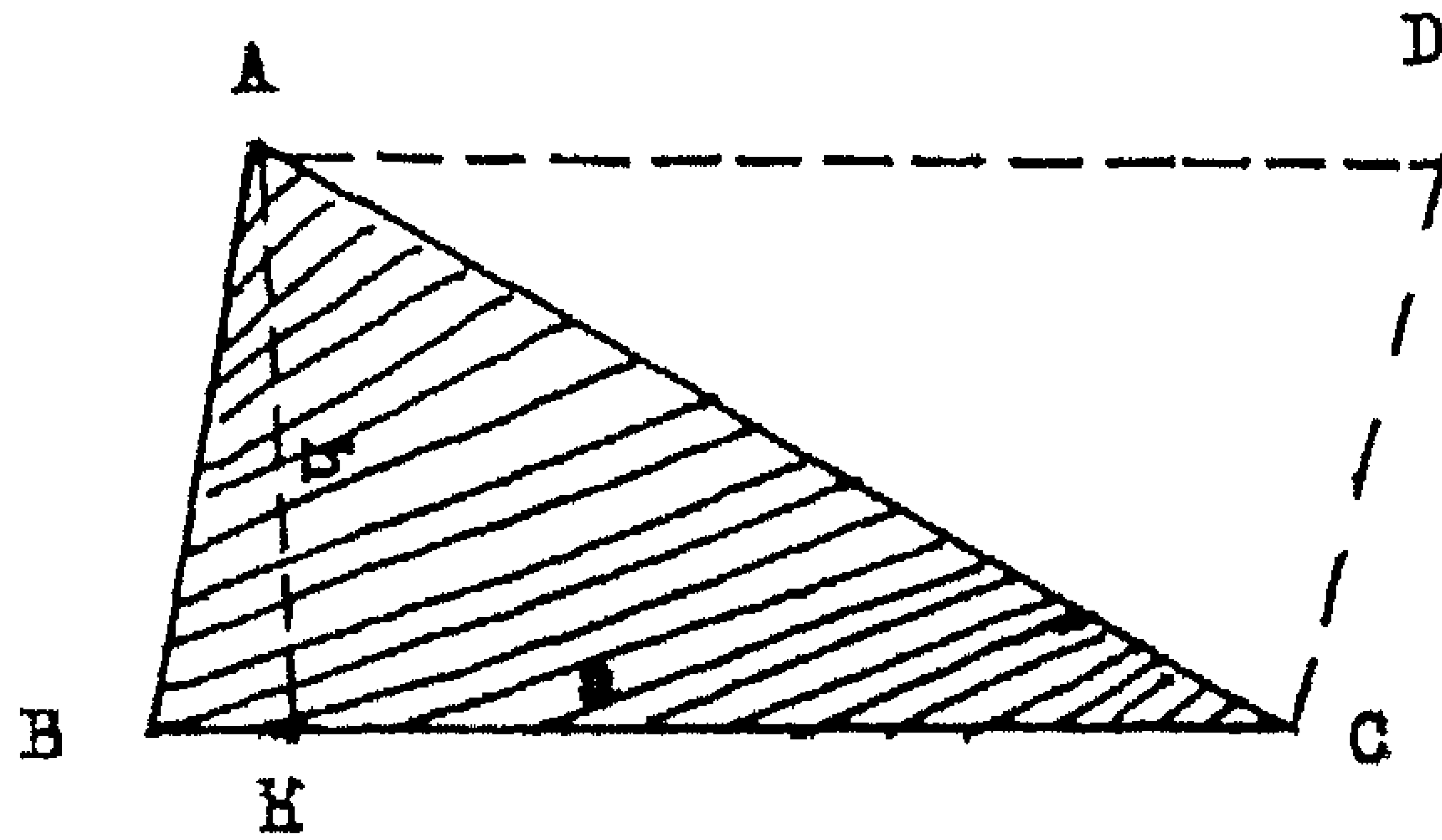
٤ – ما هو إذن منطق التفكير الهندسي عند الكاتب المصري القديم؟ إن المرء يستطيع أن يفهم منطقه من خلال المثال التالي:

مثلث ABC قاعدته a = BC، وارتفاعه h = AH. تكون مساحته:

$$S=\frac{a\times h}{2}$$

من خلال النقطتين A وB، ارسم الخطين AD وCD والموازيين للضلعين BC وBA. والشكل المضلع ABCD عبارة عن متوازي مستطيلات، ويكون أحد أضلاعه a هو الارتفاع المناظر h، ومساحته a×h. ويكون المثلثان ABC وCDA متساويين. ومساحة كل منهما هي نصف مساحة متوازي المستطيلات:

$$\frac{a\times h}{2} = \text{ABC مساحة}$$

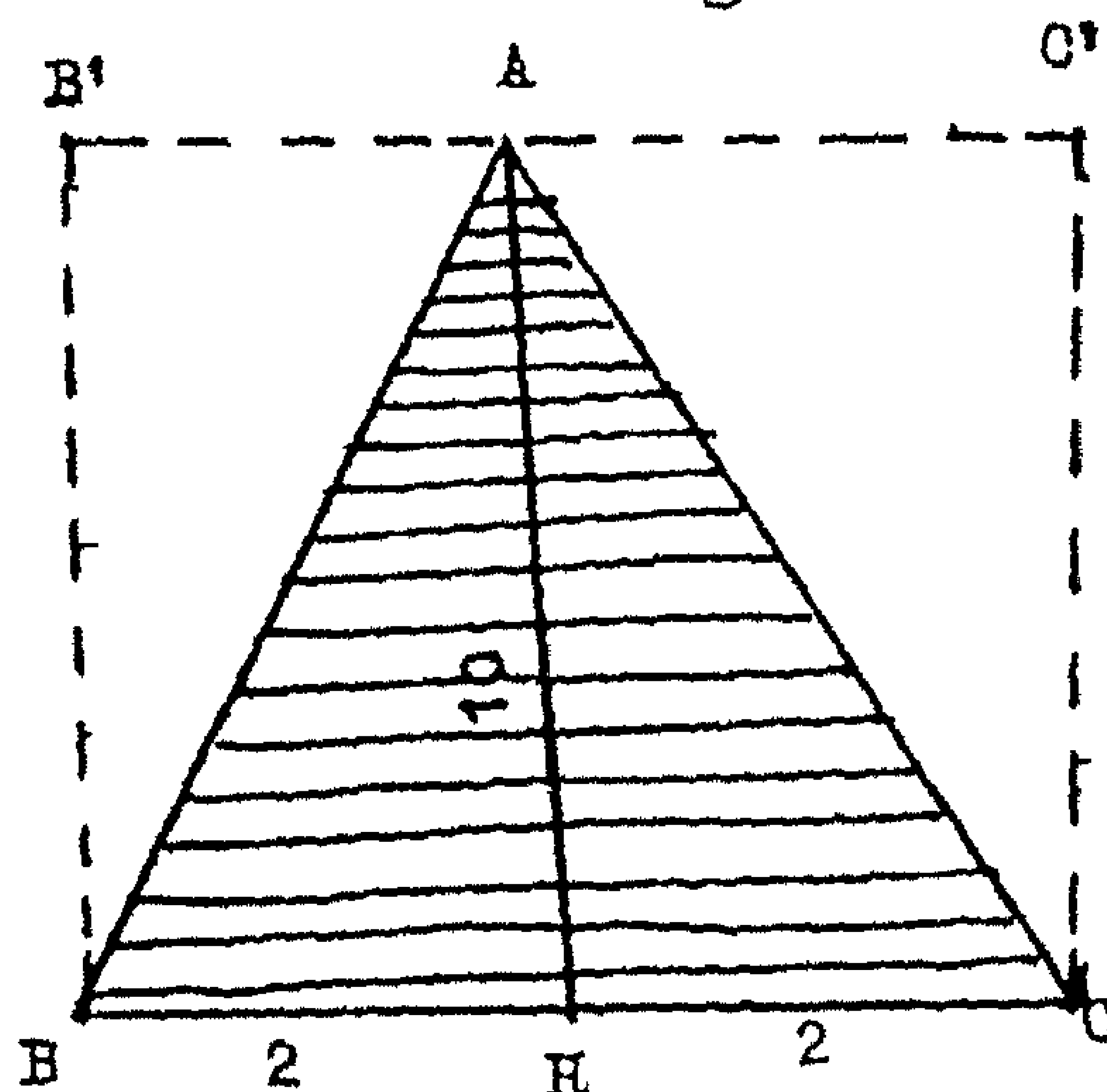


شكل ٤٧

٥ – وقد استطاع الكاتب المصري القديم أيضا أن يحسب مساحة المثلث من خلال رسم متوازي مستطيلات أو شكل رباعي الأضلاع (هنا مستطيل).

وطول قاعدة المثلث هي ٤، ويقوم الكاتب باستخدام كل واحد من نصف القاعدة، أي ٢، في رسم مستطيل، أي مثلثين متساويين بقاعدة ٢ لكل ضلع للمثلث الابتدائي، بحيث يشكل الجميع مستطيلا له ضلعان متساويان وارتفاع المثلث الابتدائي المهشر.

وتـــناظـــر نصـــف مساحـــة المستطيـــل مســـاحة المثلث S = a × b، أى 40 = 10 × 4، وبنصف الـــ٤٠ أى ٢٠.



شكل ٤٨

ويلاحظ أن الكلمة جس، جيس gs,ges "نصف moitié"، تـــشير إلـــى المفاهيم الهندسية لمعنى "نـــصف مـــشغول (نـــصف المنـــتج) demi product "، ونصف المساحة.

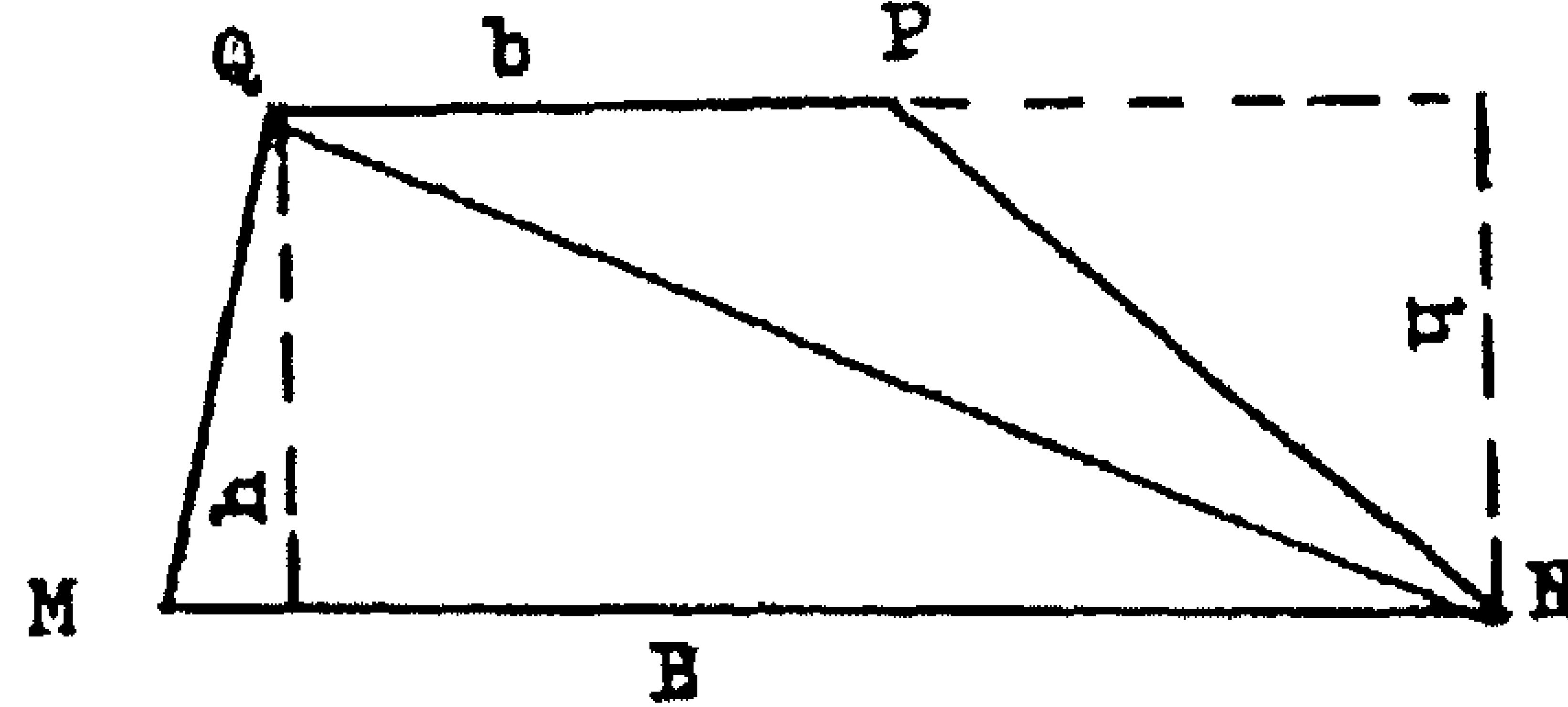
XV
مساحة شبه المنحرف

Aire du trapèze

١ – مساحة شبه المنحرف: النظرية كالتالى: تساوى مساحة شبه المنحرف حاصل ضرب متوسط مجموع القاعدتين فى الارتفاع

$$S=\frac{B+b}{2}\times h$$

٢ = ومن الممكن إثبات ذلك هندسيا فيما يلى. وليكن لديك شبه منحرف MNPQ، وقاعدتاه B وb، والارتفاع h. ارسم القطر QN.



شكل ٤٩

مساحة شبه المنحرف MNPQ هى مجموع مساحتى المثلثين MNQ وPQN.

S = مساحة MNQ + مساحة PQN = $\frac{B\times h}{2}+\frac{b\times h}{2}$

$$S=\frac{B+b\times h}{2}$$

٣ – وتتطلب المسألة رقم ٥٢ فى بردية راند Rhind حساب مساحة شبه منحرف ارتفاعه ٢٠ خيت، وطول قاعدته الكبرى ٦ خيت، وقاعدته الصغرى ٤ خيت. وقد قام الكاتب أحمس Ahmes، أستاذ الرياضيات فى مصر بحل المسألة على النحو التالى:

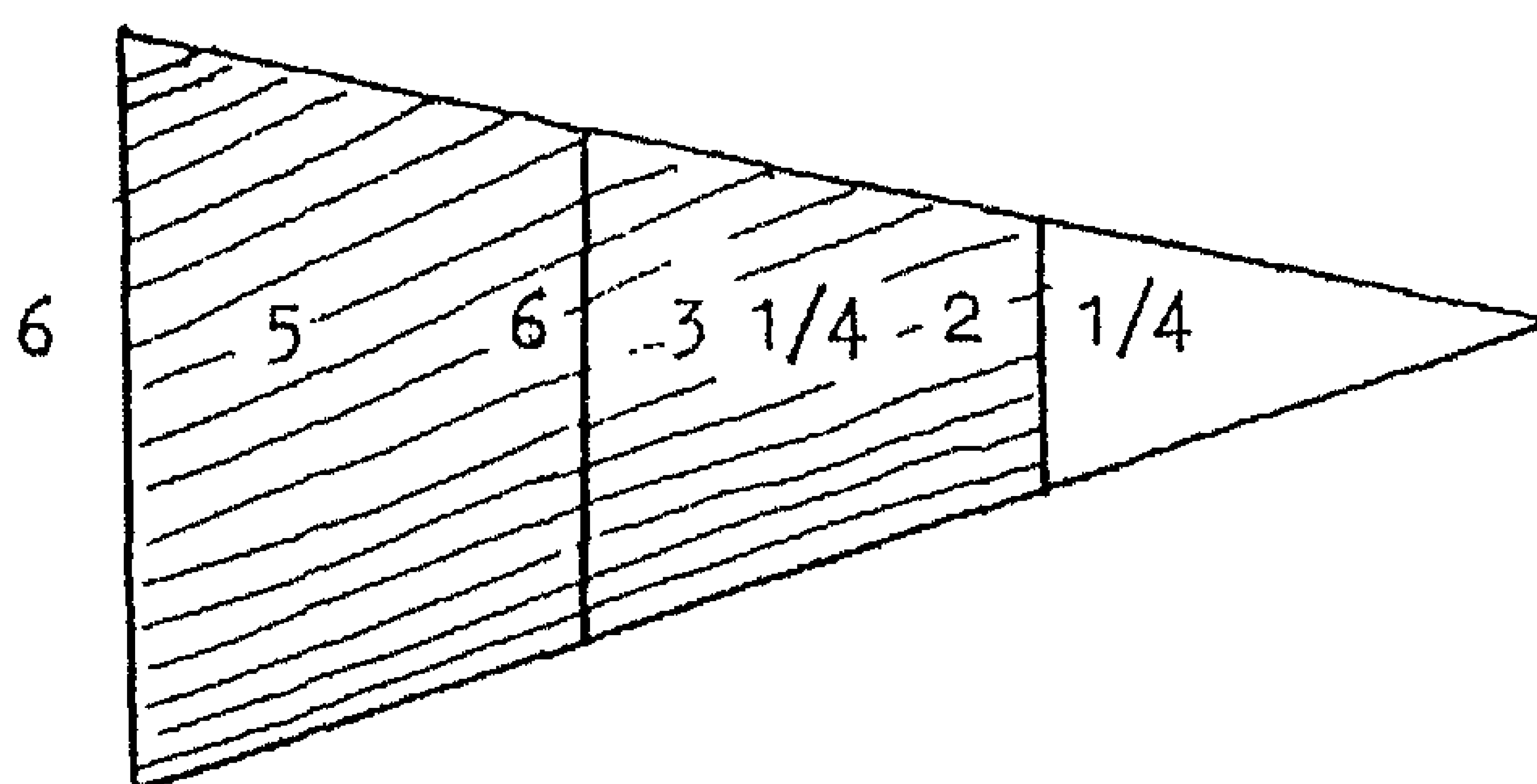
$10 = 4 + 6$ (مجموع قاعدتى شبه المنحرف).

$5 = 2 :10$ (نصف مجموع القاعدتين).

$100 = 20 \times 5$ (نصف محموع القاعدتين فى الارتفاع).

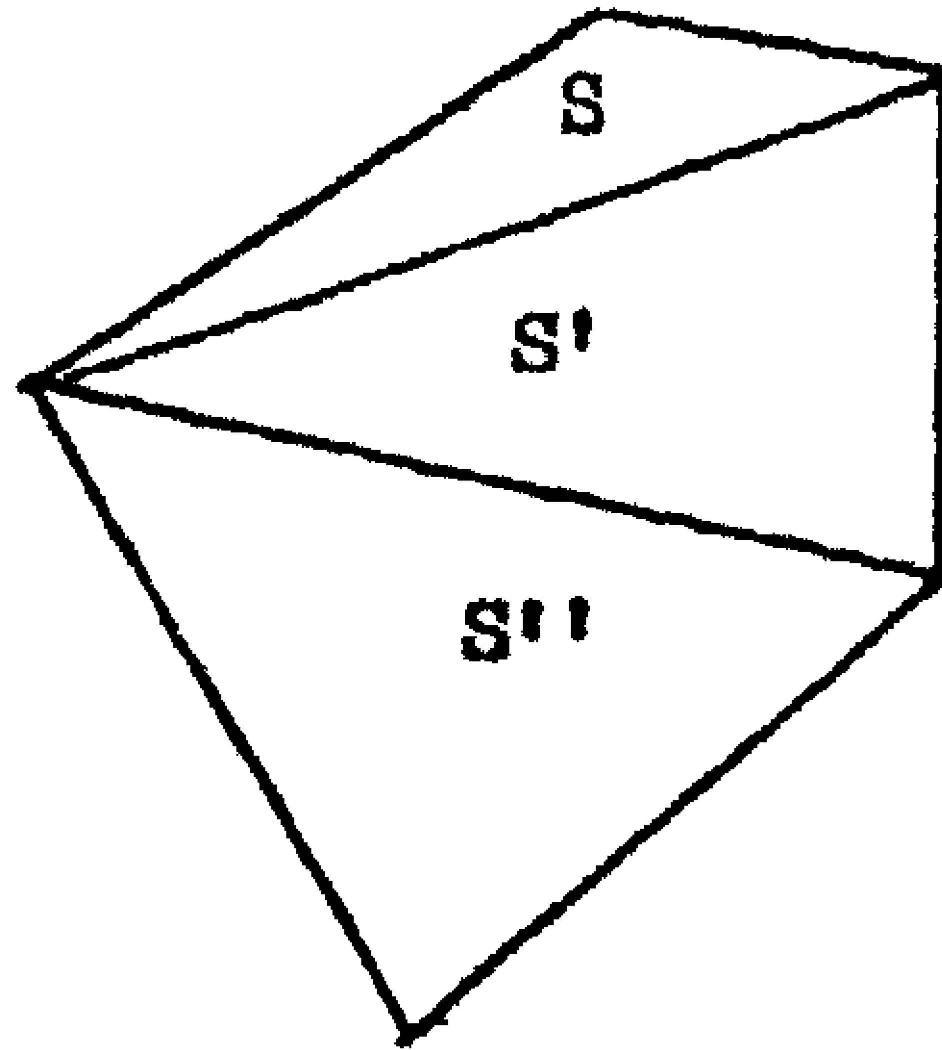
وقد استخدم أحمس نظرية حساب مساحة شبه المنحرف بكل دقة. وكان يمكنه تحليل شبه المنحرف إلى مثلثات ويجمع مساحات المثلثات موضوع البحث. لقد كان يعرف فى الواقع كيفية حساب مساحة المثلث.

٤ – وتهتم المسألة رقم ٥٣ من بردية راند أيضا بحساب مساحة شبه المنحرف وحسب الشكل الذى وضعه الكاتب بنفسه، يتأكد المرء بأن مساحة الشكل هى مساحة شبه منحرف له قاعدة بطول ٦ خيت وقمة تبلغ 2,1/4 خيت، وارتفاعه 3,1/4 خيت.



شكل ٥٠: المساحة المهشرة تمثل شبه منحرف

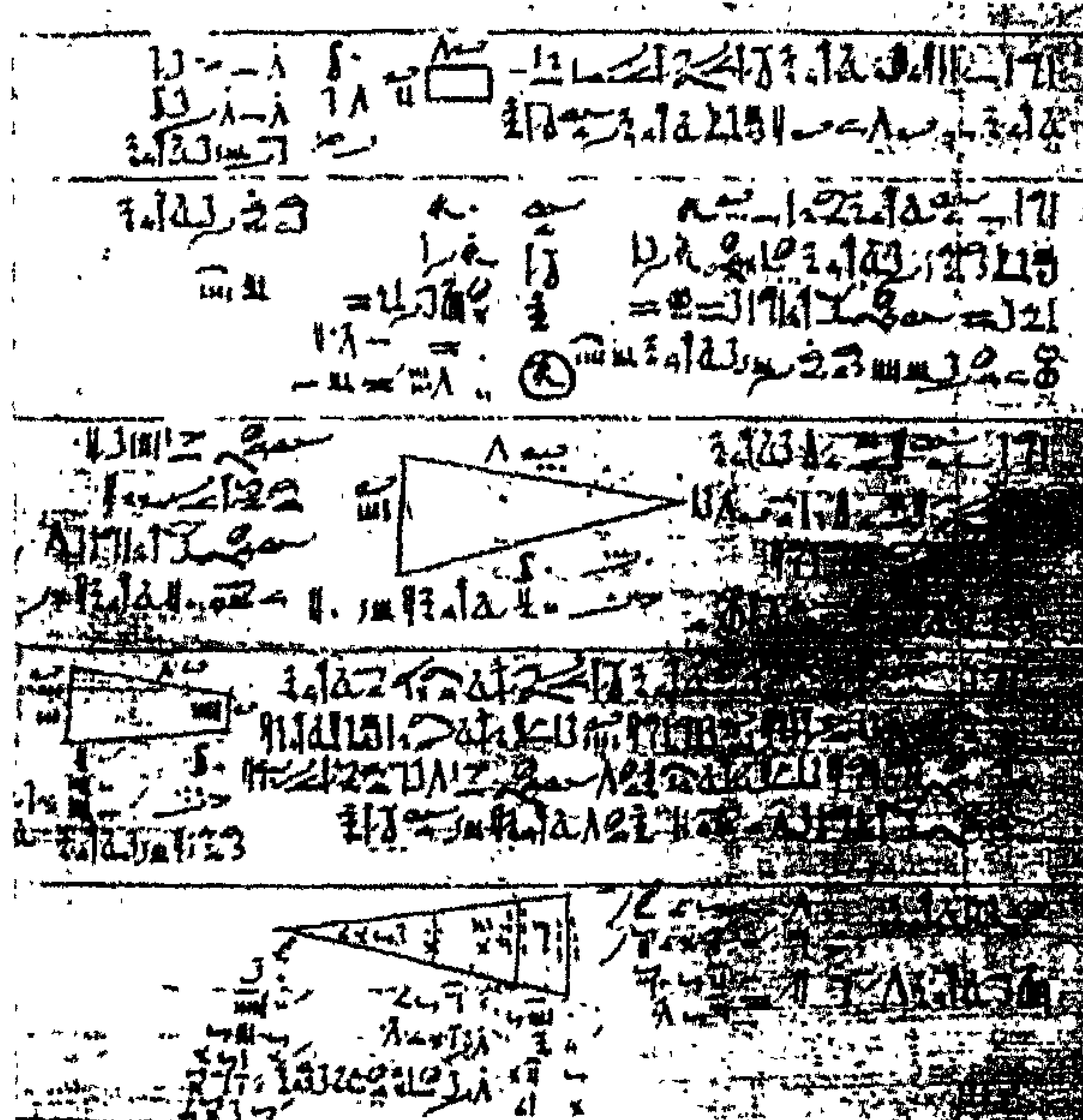
٥ – مساحة المضلع: لحساب مساحة مضلع مهما كان، يتم تفكيكه إلى مجموع أو فروق بين مساحات يمكن للمرء حسابها.



شكل ٥١

S = S +Ś +Ś`

ولما كانت الأشكال الناتجة فى الغالب مثلثـــات، كـــان لـــدى الرياضـــيين المصريين القدماء القدرة، نظريا، على حساب مساحة الشكل المضلع مهما كان.


شكل ٥٢

بردية راند (حوالى ١٦٥٠ ق. م). ولدينا من أعلى إلى أسفل:

- المسألة رقم ٤٩: حساب مساحة مستطيل طوله ١٠ وعرضه ٢.
- المسألة رقم ٥٠: حساب مساحة دائرة قطرها ٩.
- المسألة رقم ٥١: حساب مساحة مثلث ارتفاعه ١٣ وطول قاعدته ٤.
- المسألة رقم ٥٢: حساب مساحة شبه منحرف طول قاعدته الكبرى ٦، والصغرى ٤، وارتفاعه ٢٠.
- المسألة رقم ٥٣: الشكل الشهير الذى يفترض معرفة نظرية طاليس لدى الرياضيين المصريين القدماء قبل ميلاد طاليس بألف سنة.

وكل تلك الأشكال فى الهندسة المستوية قد رسمها الكاتب المصرى بنفسه. ولم يكن الأمر متعلقا "بحقل مستطيل أو مستدير"، ولكن بالهندسة الخالص.

XVI

مساحة الدائرة

Aire du cercle

١ – مساحة الدائرة بدلالة نصف القطر. تكون مساحة الدائرة مساوية لنصف حاصل ضرب المحيط فى نصف القطر.

$$S = \frac{2\pi R \times R}{2} = \pi R^2.$$

إذا كان قطر الدائرة d، فإن $R = \frac{d}{2}$ ، إذن $S = \pi (\frac{d}{2})^2 = \frac{\pi d^2}{4}$.

٢ – كيف كان المصريون القدماء يقومون بحساب مساحة الدائرة؟

فلنقرأ المسألة رقم ٥٠ من بردية راند Rhind والخاصة بالرياضى أحمس Ahmes (حوالى عام ١٦٥٠ ق. م):

(١)

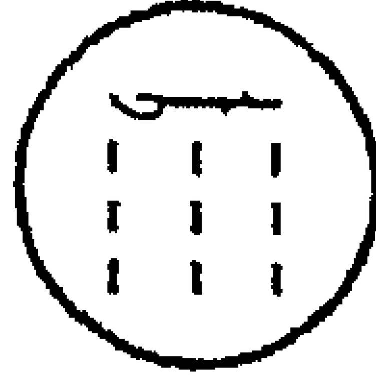
(٢)

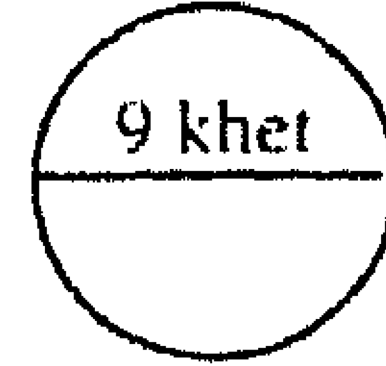
(٣)

(٤)

(٥)

(٦)





شكل٥٣

الترجمة:

(١) مثال لحساب (تب ن إرت tp n irt) شكل دائرى (إحـــت دبـــن 3ht dbn) له (ن n) قطر مقداره ٩ خيت.

(٢) ما هو مقدار المساحة..؟ (حرفيا "رقمه فيما يخص المساحة..؟": بتـــر رحت. ف م إحت ptr rht.ht).

(٣) تطرح (حب. حر. ك hb. Hr.k) التسع (ر– ٩. ف r.-9.f) ويكون (م m) ١، ويبقى ٨ (دا ت م ٨ d3tm8).

(٤) تضرب ٨ فى ٨ (إر.حر. ك واح تب م ٨ ســبو٨ ir. Hr. k w3h tpm 8 spw 8).

(٥) يكون الناتج ٦٤ (حبر حق.ف م ٦٤ hpr.hr.f m 64).

(٦) هذا هو الرقم (رحت. ف بو rht.f pw) فيما يخص (م m) المـــساحة (إحت، 3pt)، (يعنى ماهو آت à savoir) ٦٤ ســيتات setat (٦٤ سيتا ت st 3t).

٣ – ويتعلق ذلك بحساب مساحة (إحت 3ht، أحيت ahet) لشكل مـــستوى مستدير (إحت دبن، أحيت ديبين aht dbn, ahet deben). وهكذا كان الرياضى المصرى القديم يعرف جيدا الفرق بين المحيط circonférence سنو، شينســو snw,shencu، والدائـــــرةcercle، والـــتى كـــان يـــرمز إليــــها

بالأحرف دبن، ديبين dbn,deben، ويعنى ذلك بوضوح أن مساحة الدائرة هى احت دبن، أحيت ديبين3ht dbn,ahet deben).

٤ – ولم يكن النظام الذى ابتكره الرياضى المصرى على ذلك القدر الكبير من الأصالة فقط، بل كان مدهشا فى دقته. وفى الواقع، فهو قد حذف ١/٩ من القطر الذى يساوى ٩ خيت (وحدة الطول)، وكان الناتج ٨. ثم قام بتربيع ال٨، ونتج عن ذلك مساحة الدائرة: ٦٤ سيتات أو ٦٤٠٠٠ ذراع مربع (وحدة المساحة) وباستخدام معاملات أخرى نجد أن المساحة:

$$S = (d - \frac{1}{9} d)^2 = \frac{64}{81} d^2$$

وفى ذلك الحل تكون النسبة التقريبية ط π = ٣,١٦٠٥، والنسبة التقريبية الحالية يبلغ مقدارها ٣,١٤١٥. وكان البابليون يستخدمون نسبة تقريبية تساوى ٣، ومن الواضح أن التقريب المصرى كان أكثر دقة، ولم يقر أو تو نويجيباور Neugebauer، وهو واحد من أكفأ المتخصصين فى العلوم عند البابليين، على الإطلاق، أن النسبة التقريبية 1/8 3 (أى 3,125 كانت معروفة للبابليين (نصوص رياضيات الألواح الطينية Mathematical Cuneiforme Text – أو نويجيباور وأ. زاكس O.Neugebauer et A, Sachs، New Haven، ١٩٤٥، ص٥٩).

ومن ثم، فبالنسبة للبابليين، كانت مساحة الدائرة تساوى مربع المحيط circonference مقسوما على ١٢، وهو ما يؤدى إلى نسبة تقريبية ط = ٣.

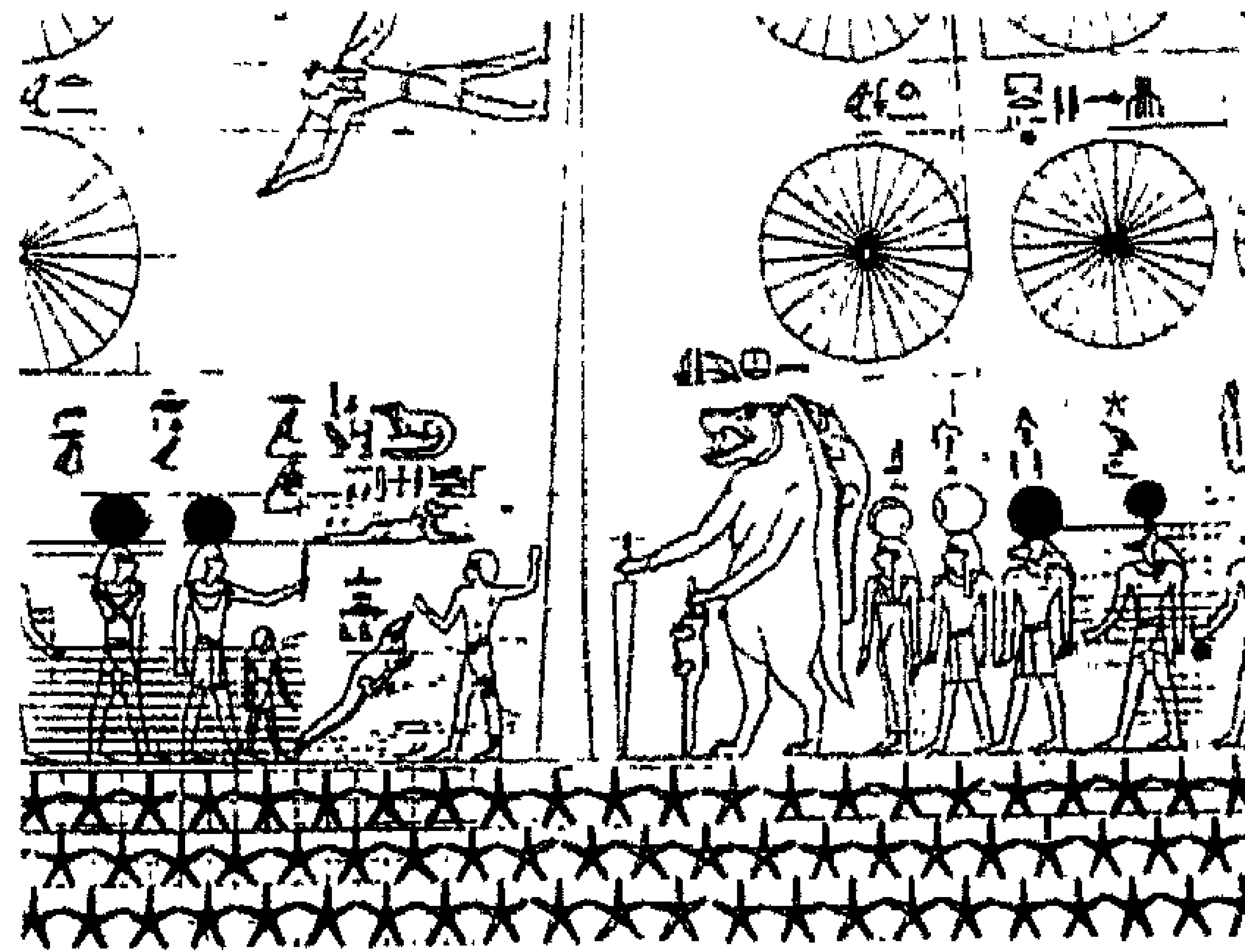
ولكى يحصل المصريون القدماء على مساحة الدائرة، قاموا بتربيع ما قيمته 8/9 القطر، وهو مايؤدى لقيمة النسبة التقريبية ط =3,1605. وهكذا، كان المصريون القدماء هم الأوائل، فى تاريخ البشرية، الذين قاموا بحساب مساحة الدائرة بقريب ممتاز للنسبة التقريبية ط π، وهى عدد ذو شان سام.

وعلاوة على ذلك، فتجدر ملاحظة أن النظام المصرى للعد العشرى يتفوق بوضوح على النظام الستينى Sexagésimal للبابليين: وقد استخدم اليونانيون النظام المصرى، وذلك من خلال فيثاغورث الذى أقام فى مصر للدراسة كما ذكرنا آنفا.

والنظام الستونى السومرى الذى ورثه البابليون عبارة عن ".. نظام مهجن وهذا هو موطن ضعفه.." (ف. ثورو – دانجن F. Thureau – Dangin، مجمل تاريخ النظام الستينى Esquisse d'un histoire du systeme sexagesimal، باريس، بول جويتنر Paul Geuthner، ١٩٣٢، ص.٧٨).

وقد عرف اليونانيون تلك الأنظمة السومرية – البابلية عن طريق الفلك: ".. على إثر فتوحات الإسكندر، شاع استخدام نظام الساعة المصرى فى العالم اليونانى واللاتينى. وقد تبنى علماء الفلك نظام ال٢٤ ساعة المصرى، إلا أنهم قاموا بتحويله، حسب المبادئ البابلية، غلى ساعات متساوية.." (ف. ثورو – دانجن F. Thureau – Dangin – مرجع سبق ذكره، ص٤٧،٤٨).

وكان فرانسوا ثورو – دانجن Francois Thureau – Dangin (١٨٧٢ – ١٩٤٤)، وهو عالم سومريات فرنسى، قد شغل منصب أمين قسم الحضارات الشرقية القديمة فى متحف اللوفر من عام ١٩٠٨ إلى ١٩٢٨. وقد كان كتابه "الكتابات السومرية والأكادية Les Inscriptions de Sumer et d'Akkad (١٩٠٥)" مرحلة مهمة فى مجهودات فك شفرة السومريين والتى لم تكن لغتهم من اللغات السامية.



شكل ٥٤: السقف الفلكى لسينيموت (الأسرة السابعة عشرة).

كان المصريون القدماء يعرفون كيفية حساب مساحة الدائرة. وقد كانوا يعرفون جميع الخواص الأساسية لذلك الشكل الهندسى على النحو التالى:

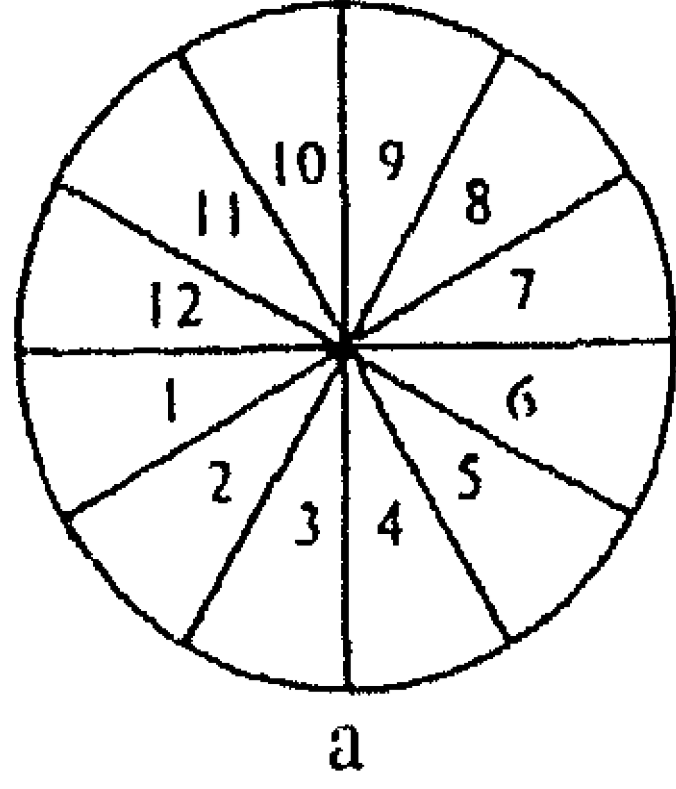
سنو، شينو Snw, shenou "المحيط circonference".

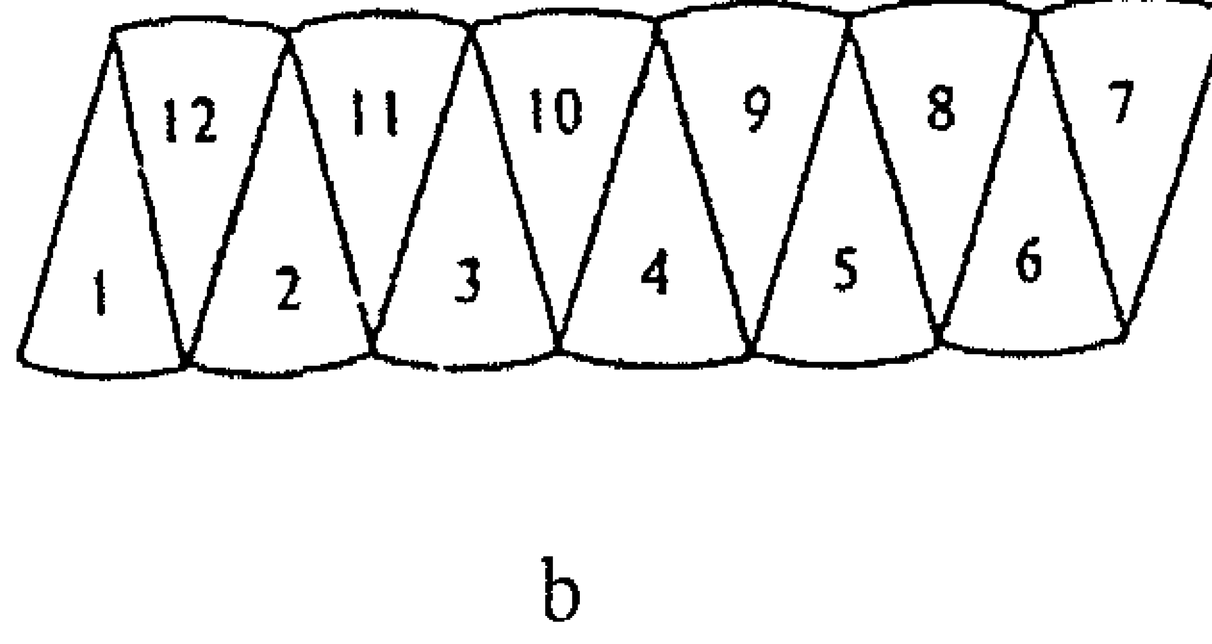
دبن، ديبين dbn, deben "دائرة cercle".

إحت دبن، أحيت ديبين 3ht dbn,ahet deben.

سات، شات، "القطر" "diamétre" s3t,shaat.

تب – روتيب – إى "نصف القطر"- "rayon" tp-r,tep er.





شكل ٥٥: شرح العالم الفلكى الألمانى يوهانيس كبلر Johannes Kepler (١٥٧١ – ١٦٣٠) صيغة مساحة الدائرة بمساعدة الأشكال أعلاه a وb.

فى الشكل a، نفرض أن القطاعات ١و٢و٣ حتى ١٢، تمثل مثلثات صغيرة متساوية الساقين عددها n وهى متطابقة. ويحسب المرء مساحة الدائرة بدلالة نصف القطر r، والمحيط p مع جمع مساحات كل تلك المثلثات المتساوية الساقين (شكل b). وقد قام يوهان كبلر بناء على ذلك بتقسيم الدائرة إلى قطاعات مختلفة، تماثل بدقة مثل ماهوعلى التوقيتات المصرية (مقبرة المعمارى سينينموت Senenmout).

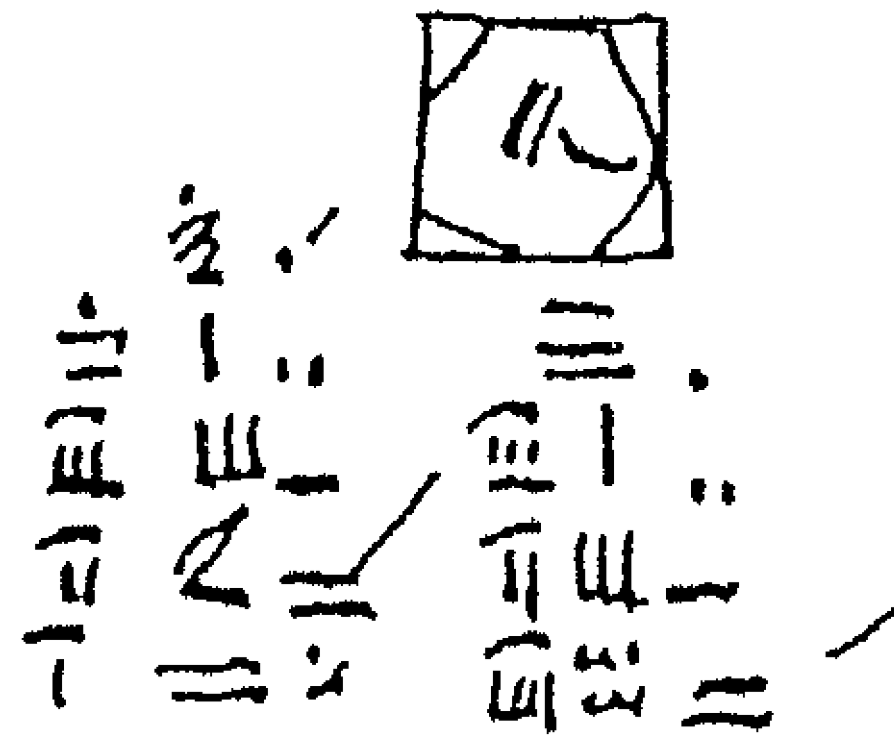
ويمكن القول إن المبدأ الهندسى للتقسيمات متناهية الصغر لكبلر (١٥٧١-١٦٣٠)، ولبيير فيرما Pierre de Fermat (١٦٠١ – ١٦٦٥) كانت بالفعل مدركة بالحواس فى مصر القديمة: المثلثات متناهية الصغر ليكون مركز الدائرة بالنسبة لها هو الرأس.

XVII

مقارنة بين مساحة الدائرة والمربع

Comparaison de l'aire du cercle et du carré

١ – تتعلق المسألة رقم ٤٨ من بردية راند Rhind فى الواقع بمقارنة بين مساحة الدائرة، ومساحة المربع الذى يحيطها. وقد أجريت عملية الحساب دون تعليق. وقد قام الكاتب بنفسه برسم شكل تفسيرى عبارة عن دائرة يحيطها مربع. وكان قطر الدائرة ٩.



شكل ٥٦

٢ – ويمكن الحصول على مساحة الدائرة باستخدام مربع طول ضلعه يساوى 8/9 من طول قطر دائرة مقداره ٩. وتلك المساحة يتم حسابها بمساعدة الصيغة التالية:

$$S = 64\ d^2/81$$

حيث d هى قطر الدائرة، وأن 64/81 يناظر قيمة تقترب من ط π، والتى تساوى 3,1605.

٣ – مما سبق يمكننا أن ندرك أن الرياضيين المصريين القدماء كانوا يعرفون العناصر أو المكونات التالية للدائرة:

- المحيط (شينو sheno).
- الدائرة (ديبين deben).
- مساحة الدائرة (أحيت ديبين ahet deben).
- القطر (شاعت shaat).
- المربع الذى هو مضلع رباعى الأضلاع (إيفيد ifed) ومحيطه.
- مساحة المربع.
- العلاقة بين مساحتى الدائرة والمربع.
- مساحة المربع أكبر من مساحة الدائرة.
- العلاقة بين قطر الدائرة وضلع المربع (هذه العلاقة هى 8/9).
- ثبات المساواة بين مساحات الدوائر والمربعات، والتى تكون العلاقة بين أقطارها وأضلاعها 8/9 وهى تناظر النسبة التقريبية ط π.

٤ – وبذا كان الرياضيون المصريون القدماء يستخدمون قاعدة تنتسب بعلاقة مع محيط الدائرة:

العلاقة بين مساحة الدائرة ومحيطها هى نفس العلاقة بين مساحة المربع المحيط للدائرة وبين محيطه.

٥ – وقد فهم ف. ف. شتروفه W.W. Struve بالـضبط أن المـصريين القدماء كانوا يستخدمون تلك القاعدة لكي يحصلوا على قيمة دقيقة للنسبة التقريبيـة ط π (ف.ف.شتروفه، البرديات الرياضية فى متحف الدولة للفنون الجميلة بموسكو .W.W. Struve, Mathématischer

(Papyrus des Staatlichen Museums der schönen Künste in-Quellen und Studien zur مصادر ودراسات لتاريخ الرياضيات –Moskau) Geschichte der Mathematik "..إلخ، برلين، ١٩٣٠، ص.١٨٢).

والمنطق التفسيرى لشتروفه كالتالى: كان الرياضى المصرى القديم يستطيع بسهولة قياس محيط الدائرة c باستخدام خيط، ومقارنة ذلك الطول بالمحيط k لمربع يحتوى تلك الدائرة. ومن ثم يمكن للمرء أن يحصل على الصيغة التالية:

$$K=\frac{5c+\Sigma}{4}$$

والفرق البسيط الذى يمثله الحرف Σ يقدر ب 1/16 c/4. ويعطينا ذلك:

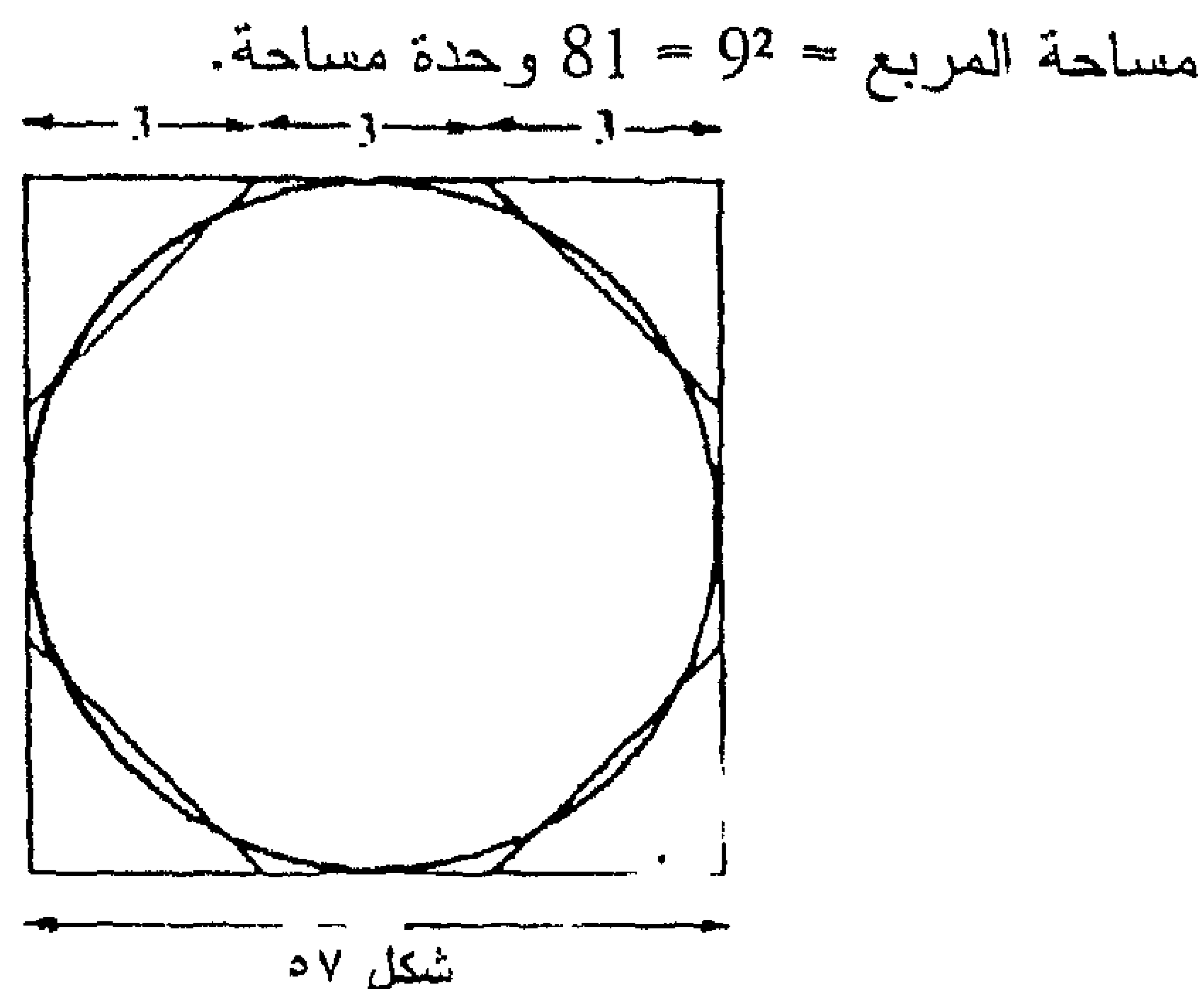
$$\frac{C}{K}=\frac{64}{81}$$

وبالنسبة للعلاقة بين الدائرة والمربع. فهى قيمة تساوى π. ومـن الممكـن الحصول على نفس النتيجة بدقة بحساب المربعات $(1/9\ d)^2$ علـى الـدائرة مـع مقارنة النتيجة مع عدد المربعات التى مساحتها d^2. وتتذكر سيلفيا كوشو Sylvia Couchoud أيضا ذلك التفسير الذى قدمه شتروفه (س. كوشـو– مرجـع سـبق ذكره، ص.٦٥).

وهناك تفسير آخر كان قد تم اقتراحه لشرح أصل قيمة النسبة التقريبية ط π عند المصريين القدماء.

ففي مربع ذى ٩ وحدات، يكون لدينا مثمن مرسوم داخله على محيط الدائرة المرسومة داخل ذلك المربع. وكل واحد من المثلثات الأربعة متساوية الساقين كل واحد منها عند زاوية من زوايا المربع تكون مساحته $4.5 = \frac{3 \times 3}{2}$ من وحدات المساحة.

مساحة المربع = $9^2 = 81$ وحدة مساحة.



شكل ٥٧

مساحة المثمن Octogone = مساحة المربع – مساحات المثلثات الأربعة متساوية الساقين ومن ثم $81 - 4 \times 4,5 = 81 - 18 = 63$

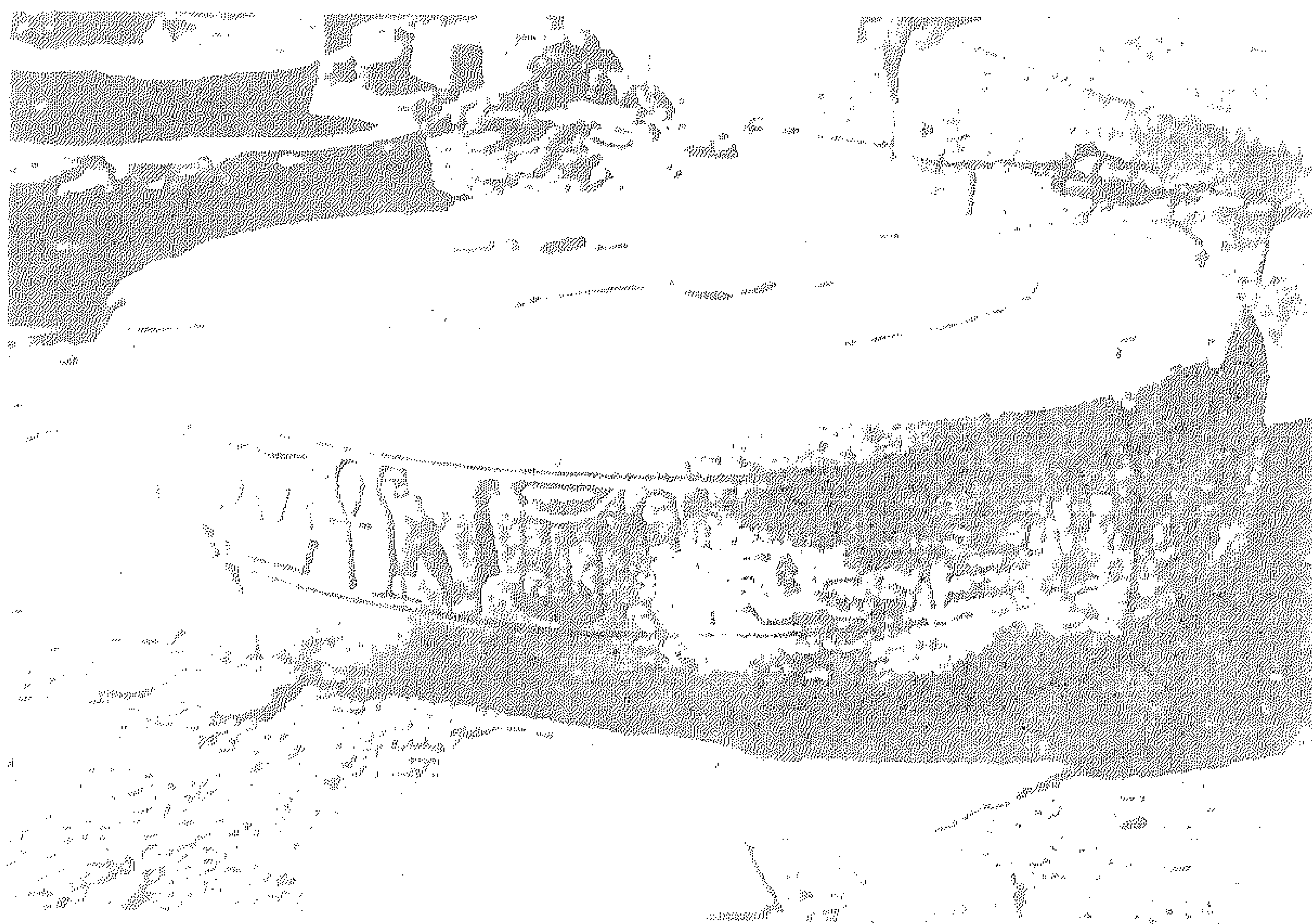
وبناء عليه تكون مساحة المثمن مساوية تقريبا لمساحة مربع طول ضلعه ٨، ومن جهة أخرى، فهى تختلف اختلافا طفيفا عن مساحة دائرة مرسومة داخل ذلك المربع.

ومساحة الدائرة بقطر d ستكون مساوية تقريبا لمساحة مربع طول ضلعه 8/9 d وبناء عليه:

$$S = (\frac{16}{9} r)^2 = (\frac{16}{9})^2 r^2 = \pi r^2$$

حيث $\pi = (\frac{16}{9})^2 = 3\ 1/6 = 3.16$

ولقد كانت طريقة دراسة وفحص مربع الشكل، وعلى سبيل المثـال مربـع الدائرة – تربيع الدائرة – ابتكارا للهندسة المصرية القديمة. ومثل تلـك المسـألة الهندسية لم تظهر فى الريضيات عند البابليين، والذين بحثوا مع ذلـك موضـوع المثلث متساوى الساقين مع الدائرة المحيطة باستخدام نفس العلاقة التى اسـتخدمها فيثاغورث. وبذا أصبح موضوع تربيع الدائرة أحد المسائل الكبرى فى الرياضـة اليونانية، وخاصة مع إيدوكس Eudoxe، هيبـوقراطيس مـن جزيـرة كيـوس (اليونانية) Hippocrate de Chios ، أرشميدس، كونون Conon (٢٨٠ ق. م – ٢٢٠ق.م)، دوسيتيوس Dosithée، إراتوسـتينوس Eratosthène (٢٨٤ ق.م – ١٩٢ ق.م). وفى أيامنا هذه، فإن إجراء عملية تربيع لأى شـكل تـشمل تحديـد مساحته باستخدام حساب التكامل.



شكل ٥٨: قاعدة أحد الأعمدة تتخذ هيئة دائرية محيطية، وتظهر خلف صف من الأعمدة الأوزيرية العملاقة، فى الرامسيوم، المعبد الجنائزى لرمسيس الثـانى (١٣٠١ – ١٢٣٥ ق. م).

وقد تم نقش كتابة هيروغليفية على طول المحيط: وكان علـــى الكاتــب أن يقسى طول المحيط باستخدام خيط كى يقوم بحفر الكتابة الهيروغليفية بدقة.

المصدر: آشيل كارلييه Achile Carlier، طيبة عاصـــمة مــصر العليـــا Thèbes capitale de la Haute- Egypte، باريس، منشورات فينسان،

فيريا وشركاه .Editions Vincent,feréalet Co.planche 41.

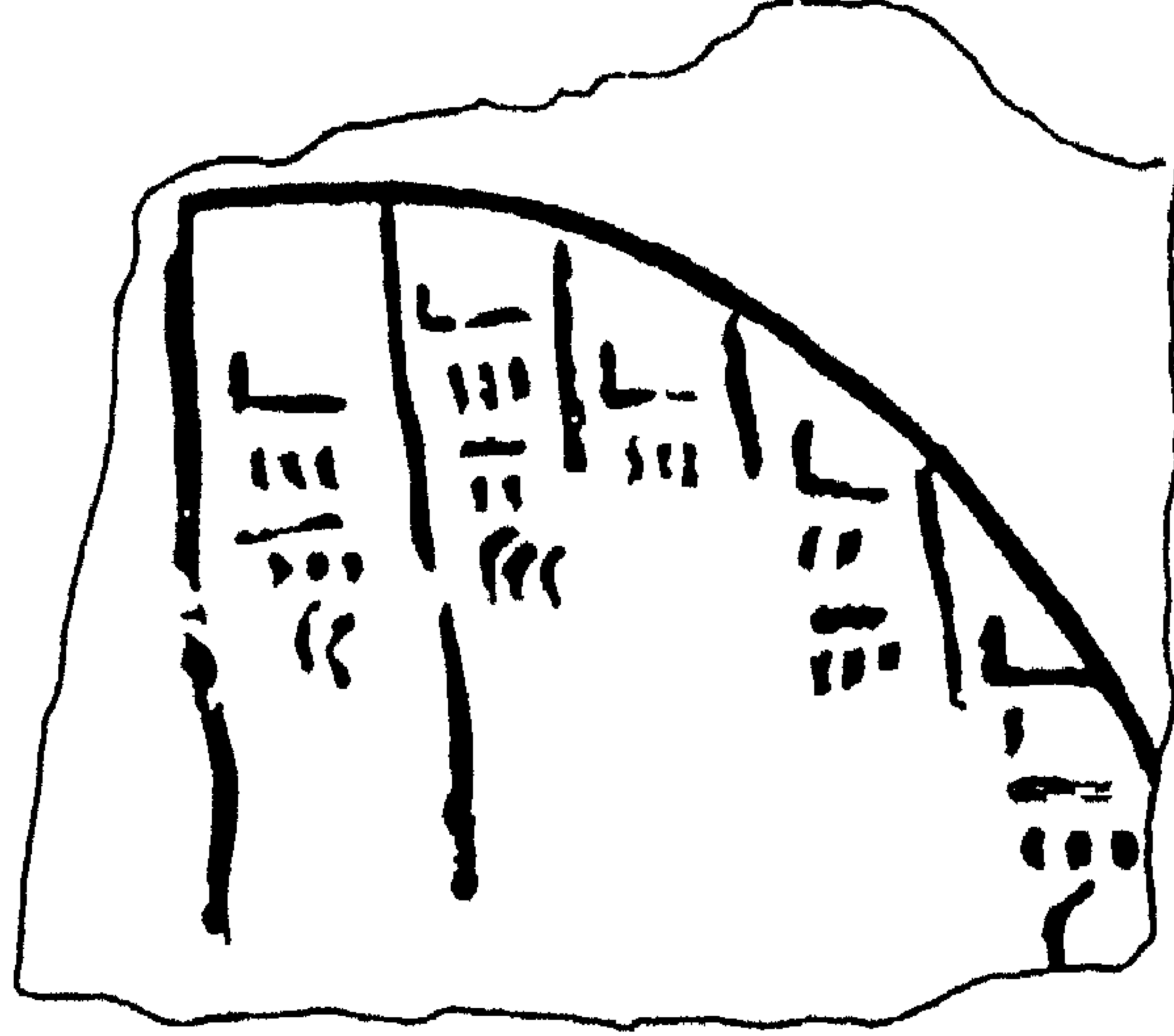
XVIII

مساحة سطح محدد بأى خط منحنى

Aire d'une surface limitée par une courbequelqonque

١- لحساب مساحة سطح محدد بأى خط منحنى، وذلك بطريقة تقريبية، يتم تفكيكه إلى مربعات، أو مستطيلات، أو أشباه منحرف،...إلخ، ويكون التقريب أكثر دقة كلما كانت المربعات والمستطيلات وأشباه المنحرف أصغر فى مساحتها.

وإذن فمن الممكن استخدام طريقة المربعات أو أشباه المنحرف.



شكل ٥٩: حساب مساحة قبة voÛte (حوالى عام ٢٨٠٠ - ٢٧٠٠ق.م)

ويقال للخط إنه منحنى عندما لا يكون مستقيما أو متكسرا.

والشكل الهندسي بصفة عامة عبارة عن مجموعة من النقط والخطوط.

وهذا المنحنى محدد بإحداثيات.

٢ – وقطعة الحجر الجيرى الموجودة فى شكل٥٩ عثر عليها كجزء من مجمع معابد جنائزية للملك زوسر Djoser فى سقارة، الأسرة الثالثة (٢٨٠٠ – ٢٧٠٠ ق. م تقريبا)، والوثيقة تشير إلى مشروع معمارى مقام على أساس رياضى. وفى الواقع، فهو يحتوى على حسابات لإنشاء قبة ما (أو قوس لعقد).

٣ – وهذه هى المسلمات المعطاه لحساب القبة المنحنية: وبما أن القبة مرتفعة، فإن ارتفاعها سيزيد (فوق المستوى الذى بدأت منه الانحناء) بمقدار صفر إلى ٣ أذرع، و٣ أشبار وإصبعين. وهناك خمسة خطوط مستقيمة متغيرة الطول بينها مسافات متساوية. ومن الممكن الافتراض أن المسافة المنتظمة بين تلك الخطوط (أو الأعمدة) تساوى ذراعا واحدة، ومن الممكن إذن إعادة توقيع هذا الرسم التخطيطى بدقة نسبية.

٤ – لقد كان فى استطاعة المصريين القدماء إذن أن يحسبوا مساحة مثل ذلك الرسم التخطيطى، والذى يتحدد سطحه بمنحنى، بطريقة شبه المنحرف.

وبذا تؤول المساحة المطلوب حسابها إلى شبه منحرف يبدو كمستطيل به استدارة واستقامة فى الخطوط Mixtiligne وبه ضلع منحنى. ومن ثم تقسم القاعدة، أى الضلع المواجه للانحناء، إلى عدد معين من الأجزاء المتساوية (خمسة على سبيل المثال كالموجودة فى الرسم). وعند نقط التقسيم، يمكن رسم متوازيات للقاعدة، وبذا يتفكك السطح المعنى إلى خمسة أجزاء: كل منها يماثل شبه منحرف. ومجموع مساحات أشباه المنحرف يكون هو مساحة السطح المراد حساب مساحته على وجه التقريب.

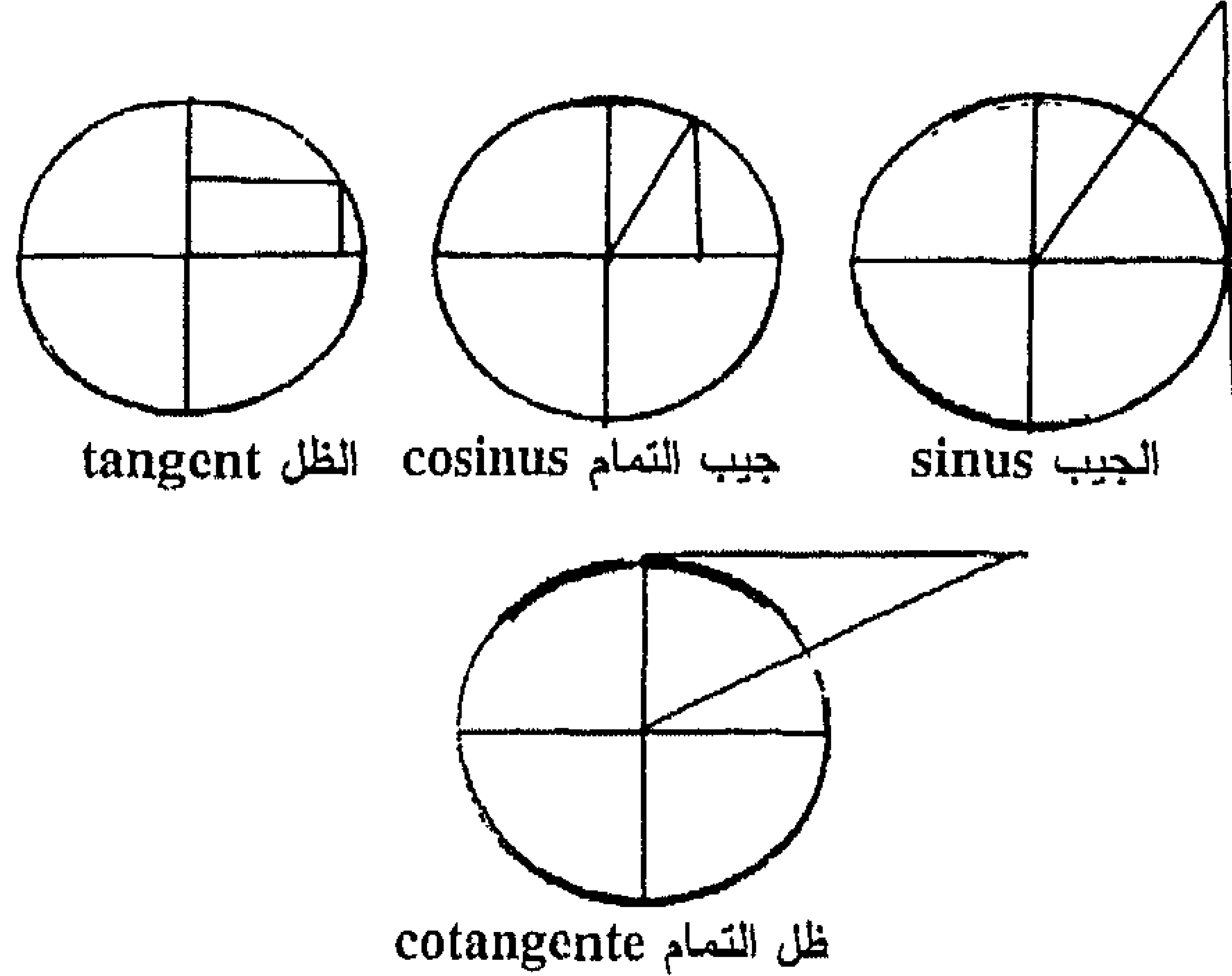
٥ – لم يكن الرياضيون المصريون القدماء يولون اهتماما لحساب مساحة الحيز المعقود أو المقبب (السطح الحدد بمنحنى)، ولكن بالهيئة المعمارية للمنحنى نفسه، وذلك للحصول على خط منحنى تام. ومن وجهة النظر الرياضية، لم تكن مثل تلك الأمور خارج نطاق تفكيرهم، فمساحة شبه المنحرف كانت شيئا معروفا ومتداولا فى مصر.

XIX

حساب المثلثات

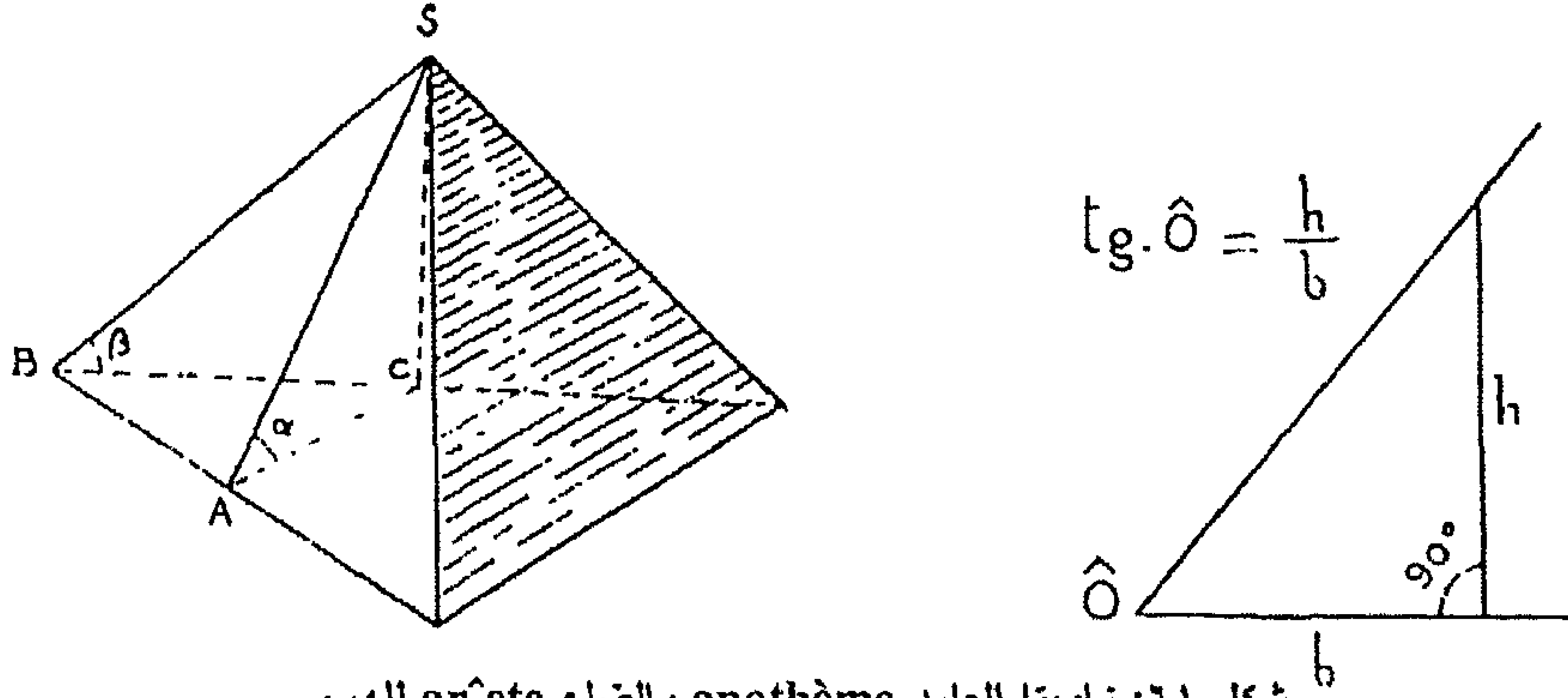
Trigonométrie

١- **حساب المثلثات:** حساب المثلثات trigonométrie (من الكلمة اليونانية trigonos بمعنى مثلث، **metron** بمعنى يقيس) هو ذلك الفرع من الرياضيات المختص بحساب عناصر المثلث باستخدام الدوال الدائرية أو الخطوط المثلثاتية: الجيب le sinus، جيب التمام le cosinus، الظل le tangente، ظل التمام le cotangente ويختص حساب المثلثات بقياس الزوايا. وتتحدد العلاقات المثلثاتية للزاوية بمعرفة الجيب وجيب التمام، وأيضا ظل الزاوية. أما ظل التمام للزاوية فهو مقلوب الظل لها، (والشكل التالى يبين قياس الزوايا فى حساب المثلثات):



شكل ٦٠: قياس الزوايا (حساب المثلثات)

٢ – كان المعماريون والرياضيون المصريون القدماء يعرفون تماما كيفية قياس زاوية ميل الهرم، أى زاوية عامدة؛ زاوية ميل ضلع الهرم؛ وزاويتيهما معا، وكذا ظلهما على التوالى طبقا للشكل التالى:



شكل ٦١: زاويتا العامد apothème والضلع ar^ete للهرم.

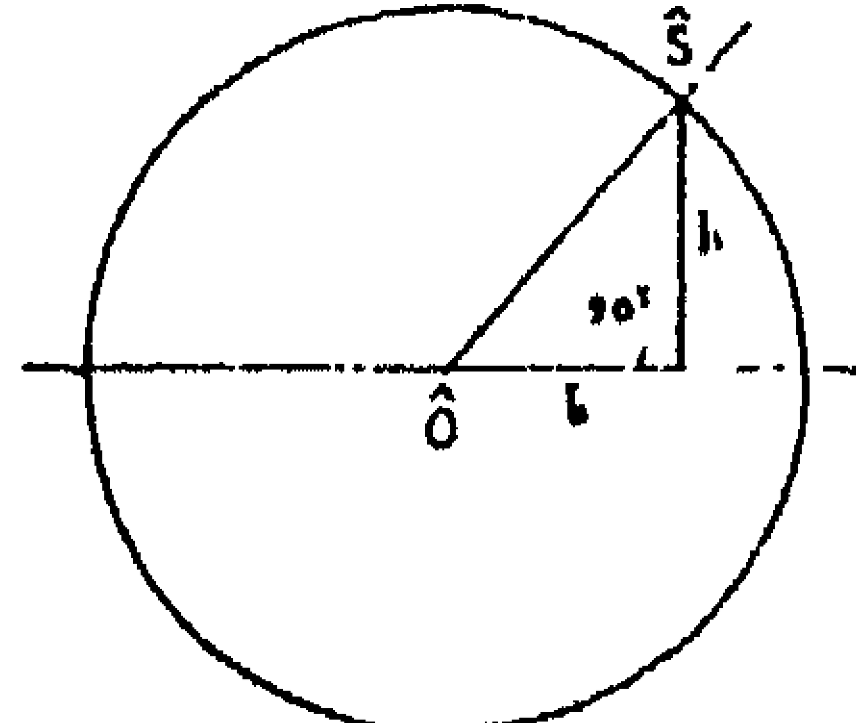
a – زاوية ميل الهرم نفسه (زاوية العامد).

B – زاوية ميل ضلع الهرم (زاوية الضلع).

ويتحدد ظل هاتين الزاويتين على التوالى بالعلاقة $\frac{h}{b}$.

وفى الواقع، فإن ظل الزاوية فى حساب المثلثات يساوى العلاقة بين عامود h، ساقط من نقطة على أحد ضلعى تلك الزاوية على الضلع الآخر، على مسافة مقدارها b من رأس الزاوية فى مواجهة ذلك العامود الساقط.

٣ – وتبدو تطبيقات حساب المثلثات التى استخدمها المعماريون المصريون القدماء واضحة. فقد كانوا يعرفون طريقة حساب زاوية ميل الهرم.



شكل ٦٢: ظل وظل تمام زاوية ميل الهرم

وزاوية ميل الجدار، أى ميله على المستوى الأفقى، أو ميلها على المستوى الرأسى، تحددها العلاقة h/b، وماهى إلا ظل الزاوية ô، والذى يشكلها ذلك الجدار paroi مع المستوى الأفقى للقاعدة، أو ظل تمام الزاوية s التى يشكلها مع المستوى الرأسى:

وإذن فإن ظل ô = $\frac{\text{جا (جيب) ô}}{\text{جتا (جيب تمام) ô}}$ = $\frac{h}{b}$ = قتا(ظل تمام) S

٤ – كانت وحدة الطول المستخدمة فى عمليات الإنشاء عند قدماء المصريين هى الذراع الملكى coudée royale ويساوى ٥٢٥ سم. وكان يقسم إلى ٧ أشبار، كل منها يساوى ٤ أصابع.

وإذن فقد كان ١ ذراع = ٧ أشبار = ٢٨ إصبعًا

وقد استخدمت العلاقات التى كان يعبر عنها بالأذرع، والأشبار، والأصابع لتحديد زوايا الميول للأهرامات المصرية. ويمكننا أن نحول تلك المقاييس المصرية للزوايا إلى درجات grades Degrés,، أو زوايا نصف قطرية radians ميول هرم زوسر بالدرجات:

الميل حوالى ١٦ درجة

وإذن فإن $\hat{S} = 15° \; 57'$

وقتا (ظل التمام) $\hat{S}$ = $\frac{h}{b}$ = $\frac{7}{2}$ = $\frac{\text{١ ذراع}}{\text{٢ شبر}}$

هرم خوفو (خيوبس، كيوبس Cheops, kheops)

الميل: $\hat{o} = 51° \, 52'$

وإذن فإن $\hat{o} = 51° \, 52'$

و ظا (الظل) $\hat{o}$ = $\frac{h}{b}$ = $\frac{14}{11}$ = $\frac{\text{١ ذراع coudée}}{\text{٥ أشبار } 1/2 \times \text{palm}}$

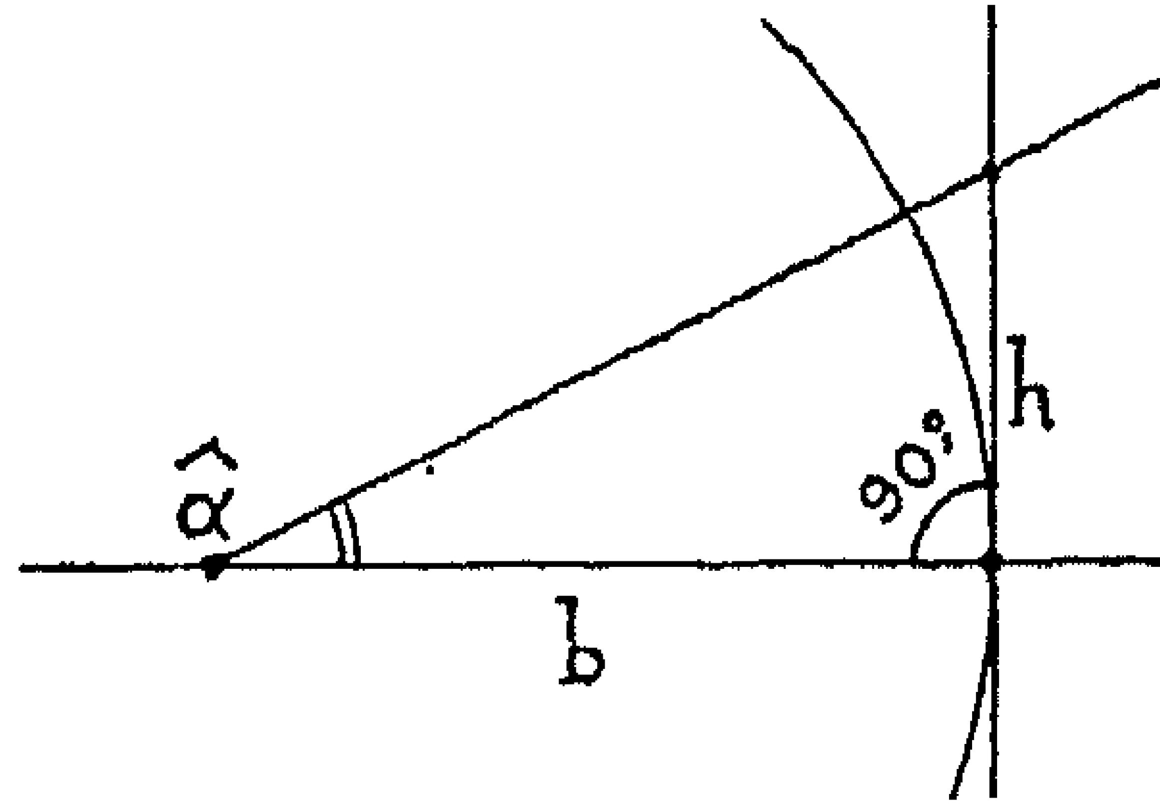
٥ – كان المهندسون المصريون القدماء يقيسون ميول الأهرامات. وتعني الكلمة الهيروغليفية

[hieroglyph] سكد، سيكيد skd, seqed، باللغة الفرعونية ميل انحدارات الأهرامات.

ولإيجاد قيمة زاوية ميل ضلع الهرم، كان الرياضيون المصريون القدماء يقسمون نصف طول القاعدة على طول الهرم ويضربون النتيجة في ٧، لأن الذراع به ٧ أشبار ويناظر حاصل قسمة نصف طول القاعدة على الطول لقيمة ظل التمام لزاوية الميل.

ويبلغ مقدار زاوية الميل في المسألة رقم ٥٦ في بردية راند Rhind 5 1/25 شبرا. والقيمة المناظرة بالدرجات هي "46´14 °54 (ثيوفيل أو بينجا Thèophile obenga الفلسفة الفرعونية La Philosophie pharaonique، باريس لارماتان L'harmattan، ١٩٩٠، ص.٤١٧ – ٤٢١).

و كان المصريون يستخدمون مقدارا ثابتا h يساوي ١ ذراع وهو ٧ أشبار أو ٢٨ إصبعًا. ولكي يعيِّنوا قيمة زاوية، كانوا يجربون بالأشبار والأصابع للطول b، أي ظل تمام الزاوية.



شكل ٦٣: ظل تمام زاوية ميل الهرم (سيكيد seked).

ويتم تحديد الزاوية a بظلها = h/b،

أو بظل تمامها = b حتى h = ١ ذراع.

XX

المستوى

Plan

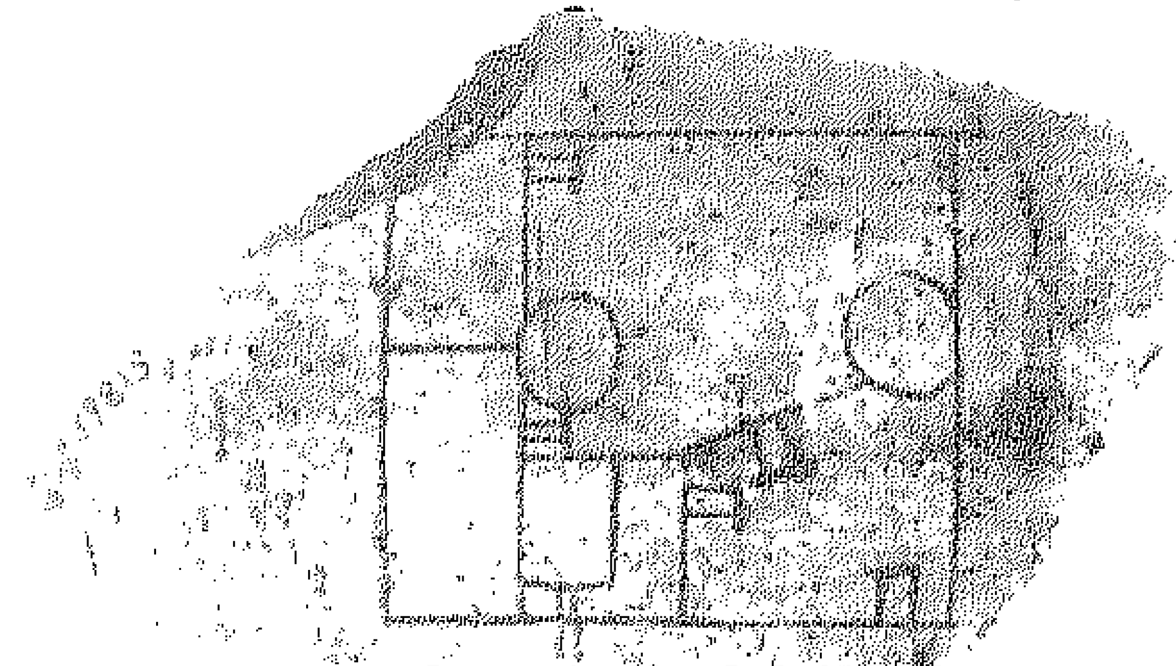
١ – المستوى: هو سطح منبسط وموحد، وعلى سبيل المثال: مستوى طبقة من المياه.

والمستوى أيضا هو مخطط مرسوم يمثل الأقسام المختلفة لمدينة ما، أو مبنى ضخم، أو آلة،..إلخ.

٢ – وقد كان المعماريون، والمهندسون، وعلماء الهندسة النظرية، يرسمون مستويات (خرائط التقسيم المساحية – مساقط أفقية) وعلى سبيل المثال:

– خريطة تقسيم (المسقط الأفقى) مقبرة رمسيس الرابع (حوالى عام ١١٦٢ – ١١٥٦ ق. م)، وهى بردية موجودة حاليا فى متحف المصريات بمدينة تورين (إيطاليا)، وبها مقاسات دقيقة.

- خريطة تقسيم (المسقط الأفقى) مقبرة رمسيس التاسع (حوالى عام ١١٣٧ – ١١١٩ ق. م) موجودة على شقفة خزفية عثر عليها فى وادى الملوك بالأقصر.



شكل ٦٤: مسقط أفقى لمجموعة أفنية مع صوامع الغلال. شقفة (شقفة خزفية tesson – القرن١ – ١١ قبل الميلاد). المتحف المصرى بالقاهرة.

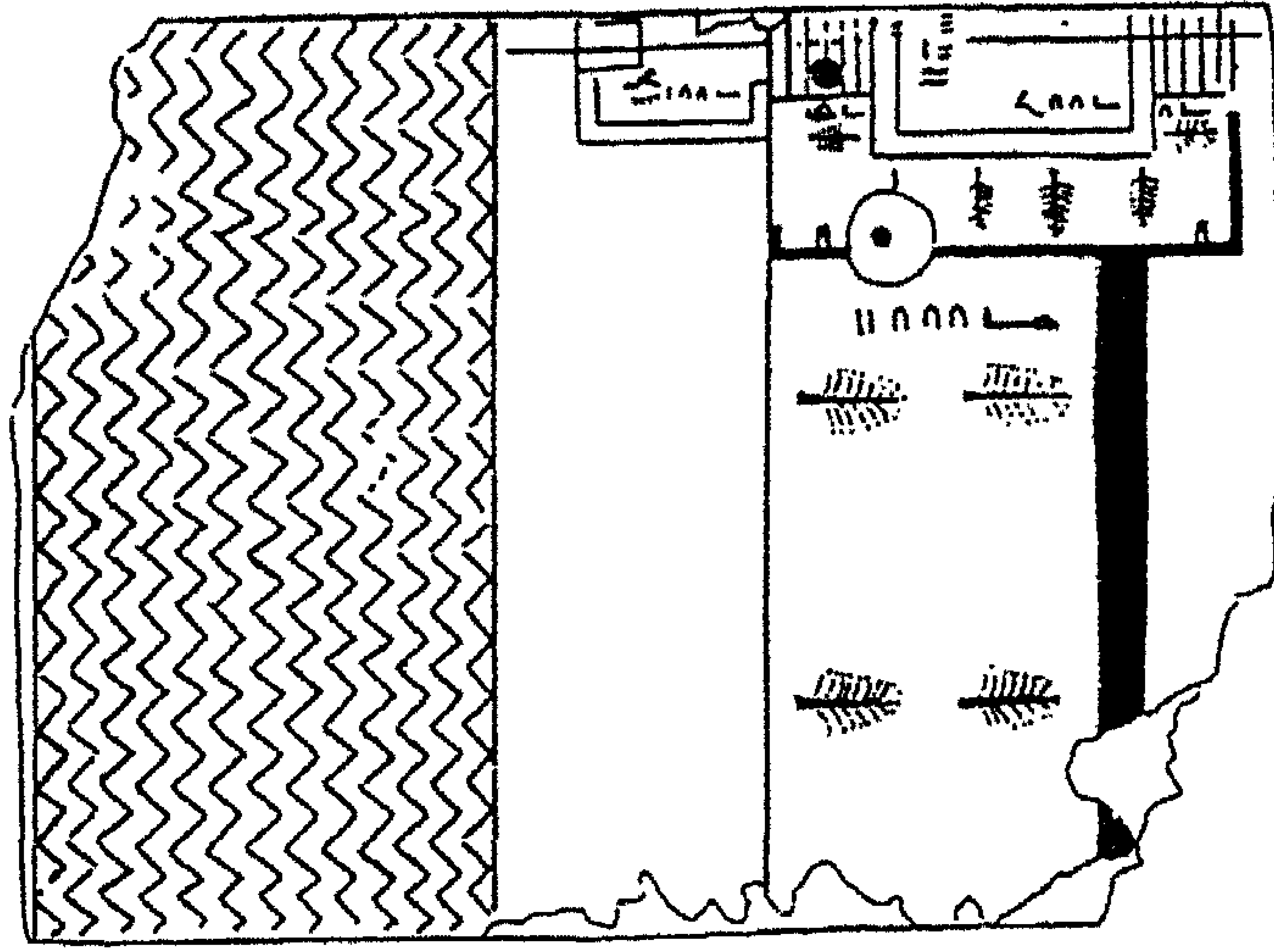
(تصوير أ. لكـليه A. lecler– المعــــهد الفرنــسى للآثــار الــشرقيــة Institut Francais d'Archiologie Orientale، القاهرة).

جزء من مسقط أفقى لحرم مقدس sanctuaire على شقفة خزفيــة ملونــة حوالى عام١٣٥٠ – ١٠٨٠ ق.م، عثر عليها فى الدير البحرى، وحاليا فى المتحف البريطانى بلندن (no. 41228).

٣ – المسقط الأفقى من عهــد الرعامــسة (القــرن ١٣ – القــرن ٩ ق.م) المرسوم على الفخار، وحاليا فى المتحف المصرى بالقاهرة، عوهو عبــارة عــن مجموعة أفنية بصوامع الغلال (شكل ٦٤).

ويوجد مسقط أفقى لحرم مقدس به إشارة إلى سمك جدار وأبعــاد الــشواهد المعمارية التى كان يجب أن يحيط بها. والرسم يحتوى علــى إنجــازات هندســية وفلكية: معلومات مجهزة عن اتجاهات المبانى بالنسبة للجهات الأصلية الأربع. كما توجد أيضا مساقط أفقية أكثر دقة، منفذة بمقياس رسم لإنشاءات معينــة – وتلــك المساقط مرســومة علــى ورق البــردى (وليــام هـ.بيــك William H. Peck، الرسومات المصرية القديمة Dessins ègyptiens، مترجم عن الإنجليزية تصوير جون ج. كروس John J. Cross– دار نشر هيرمــان Hermann،١٩٨٠ ص. ٥٢–٥٣، ١٩٤ – ١٩٧). وعلى سبيل المثال يمكنك أن تقــرأ مــا يلــى: "يــضع المعارى رسوماته بدءا بشبكة تقاطعات بزوايا قائمة، وتشهد الخطــوط المحوريــة للرسومات باهتمامه بالتماثل فى نطاق التوازن الكلى للمجموعة (صفحة رقم ٥٢ تم تحقيقها بمعرفتنا).

إن المعمارى المصرى القديم كان مهندسا محنكا.

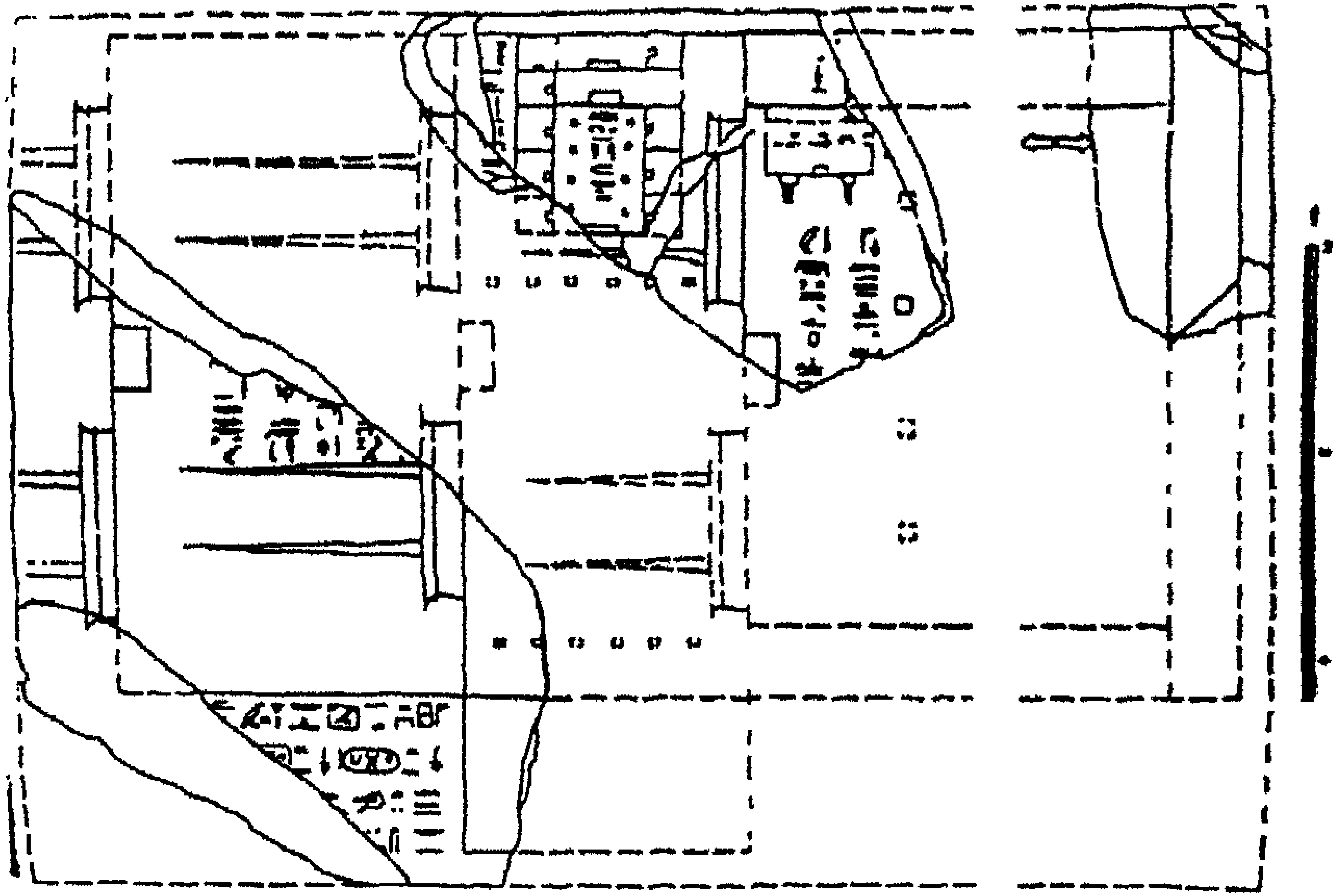


شكل ٦٥: مسقط أفقى رسمه معمارى، وقد أشار للأطوال بالذراع (الدولة الحديثة).

وقد أقام المعماريون المصريون القدماء المخططات (المساقط الأفقية) لإنشاءاتهم. والمسقط الأفقى لأحد أقبية (سرداب منشأ تحت الأرض، يتكون من مجموعة حجرات تستخدم كمقابر) رمسيس الرابع (١١٦٧ – ١١٦١ ق.م)، محفوظ على ورقة بردى بمتحف تورين، فى إيطاليا مرسوم بمقياس رسم ١: ٢٨ تقريبا. وقد أجريت مراجعات لفحص قياسات تلك المقبرة، أثبتت أن هذا المسقط منفذ بدقة فى جميع أقسامه الأساسية.

لقد كانت هناك هندسة وعمارة فى مصر الفرعونية. وتغطى الدولة الحديثة الفترة من عام ١٥٦٧ حت ١٠٨٥ ق. م.

المصدر: (شكل ٦٥) أ. إرمان A. Erman، وهـ. رانكه A. Ranke، الحضارة المصرية La civilisation égyptienne، مترجم عن الألمانية، باريس بايو Payot، ١٩٦٣، صفحة ٤٧٥.



شكل ٦٦: مسقط أفقى لمعبد فى هليوبوليس مع قائمة جرد بالمنقولات والأثاث،

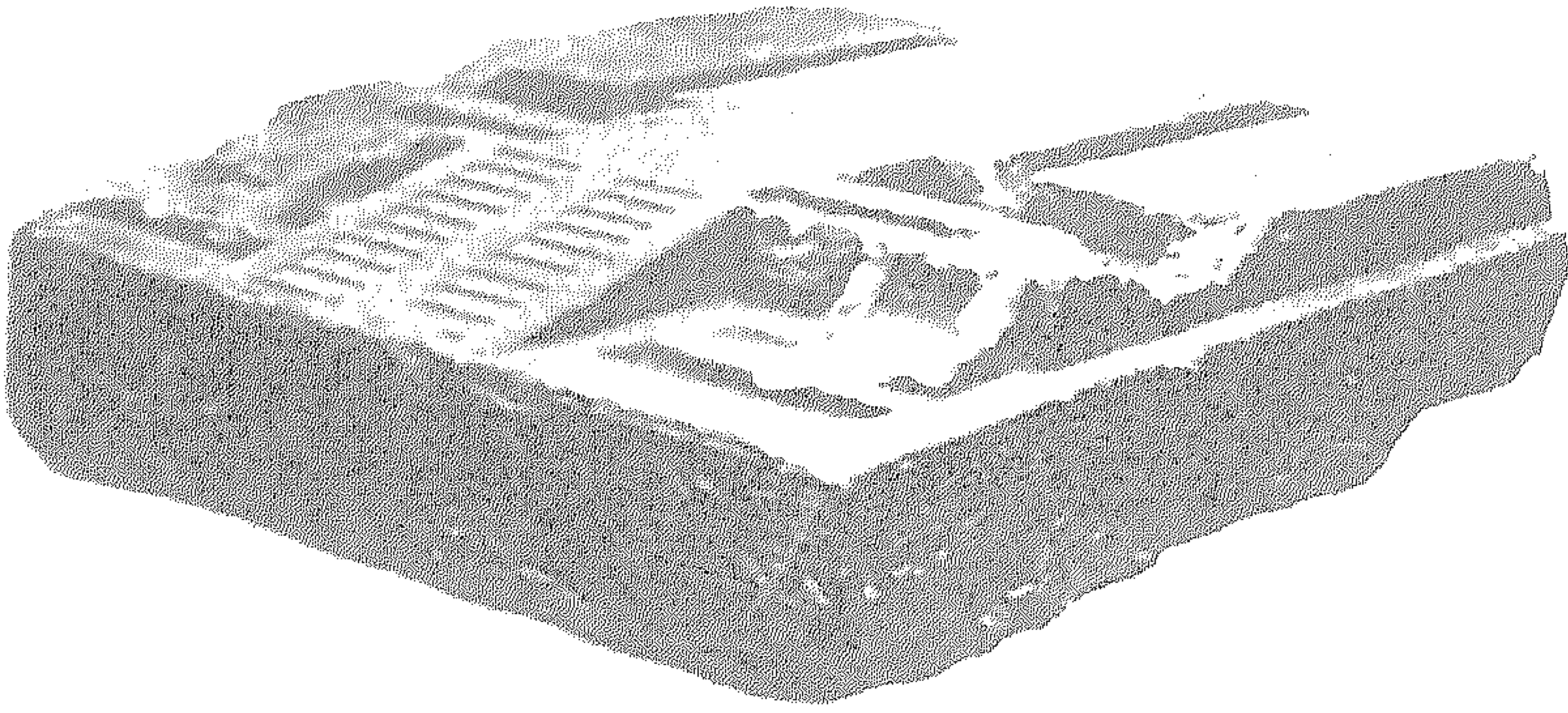
(الأسرة الثامنة عشرة – الأسرة التاسعة عشرة).

الأبعاد الأصلية: ٢٩×٢٢ سم

المتحف المصرى لتورين، قائمة جرد تكميلية ٢٦٨٢

H. Rick, Das hohe Sand in Heliopolis. Eine عـن هـ. ريكــه Inventartafel aus Heliopolis in turiner Museum, in "Zeitschrift für ägyptische Sprache und Alterstumkund und Alterstumkund[(1)] ٧١، ١٩٣٥، اللوحة رقم ٧ وتدلنا الكتابة الموجودة على قاعدة موديل، ذات مقياس رسم مصغر لمعبد من هليوبوليس (الشكل ٦٧) أن ذلك المعبد كان مكرسا بمعرفة سيتى الأول (١١٢ – ١٣٠٠تقريبا ق. م)، وكان الملك الثانى فى الأسرة التاســعة عشرة.

(١) الترجمة عن الألمانية: الرمال العليا فى هليوبوليس، لوحة جرد من هليوبوليس فى متحف تورين، فــى "مجلة اللغة المصرية ومعارف العصور القديمة"_ المترجم.



شكل٦٧: نموذج تمهيدى (ماكيت Maquette)

هذا النموذج التمهيدى أو الماكيت من الحجر الجيرى: ١١٢× ٨٦ سم (نيويورك، متحف بروكلين).

ولقد كان المعماريون المصريون القدماء يعملون على أساس مقياس رسم معين. وكانت عقليتهم الهندسية هى التى تملى عليهم استخدامه بصورة قاطعة. فالماكيت أو النموذج التمهيدى هو تحقيق الفكرة، أو المفهوم، أو الرؤية النظرية، والفكرية. لقد كانت الهندسة هى التى تقود كل الأعمال المعمارية التى تجرى فى وادى النيل.

٤ – وفى نفس الوقت فالمستوى فى الرياضيات، هو سطح غير محدود يمتد فى جميع الجهات بحيث يتضمن جميع الخطوط المستقيمة، التى لها نقطتان مشتركتان معه، بالكامل.

ولكى يتم تمثيل مستوى ما، يكون على المرء أن يحدده اصطلاحيا بمستطيل يكون له منظور فى هيئة متوازى مستطيلات.

ويتقاسم المستوى تماما كل الحيز الفراغى فى منطقتين، ولا يمكن المرور من واحدة لأخرى دون عبور المستوى.

كل مستقيمين متوازيين فى نفس المستوى لا تكون بينهما أى نقاط مشتركة.

إذا كان هناك مستقيمان متوازيان، وإذا ما قطع مستوى ما واحدا منهما، فلابد أن يقطع الآخر.

إذا كان هناك مستقيمان متوازيان مع نفس الخط المستقيم، فلابد أن يكون الثلاثة متوازيين.

٥ – الوثيقة التالية على قدر من الأهمية. وهى قطعة من الخزف الأحمر الغامق مع اصفرار، وعرضها ١٤,٦ سم، وبطول ١٦,٤سم، وربما يرجع تاريخها إلى الأسرة التاسعة عشرة (حوالى ١٣٠٥ – ١١٩٦ ق. م)، وموجودة الآن في متحف اللوفر (باريس).

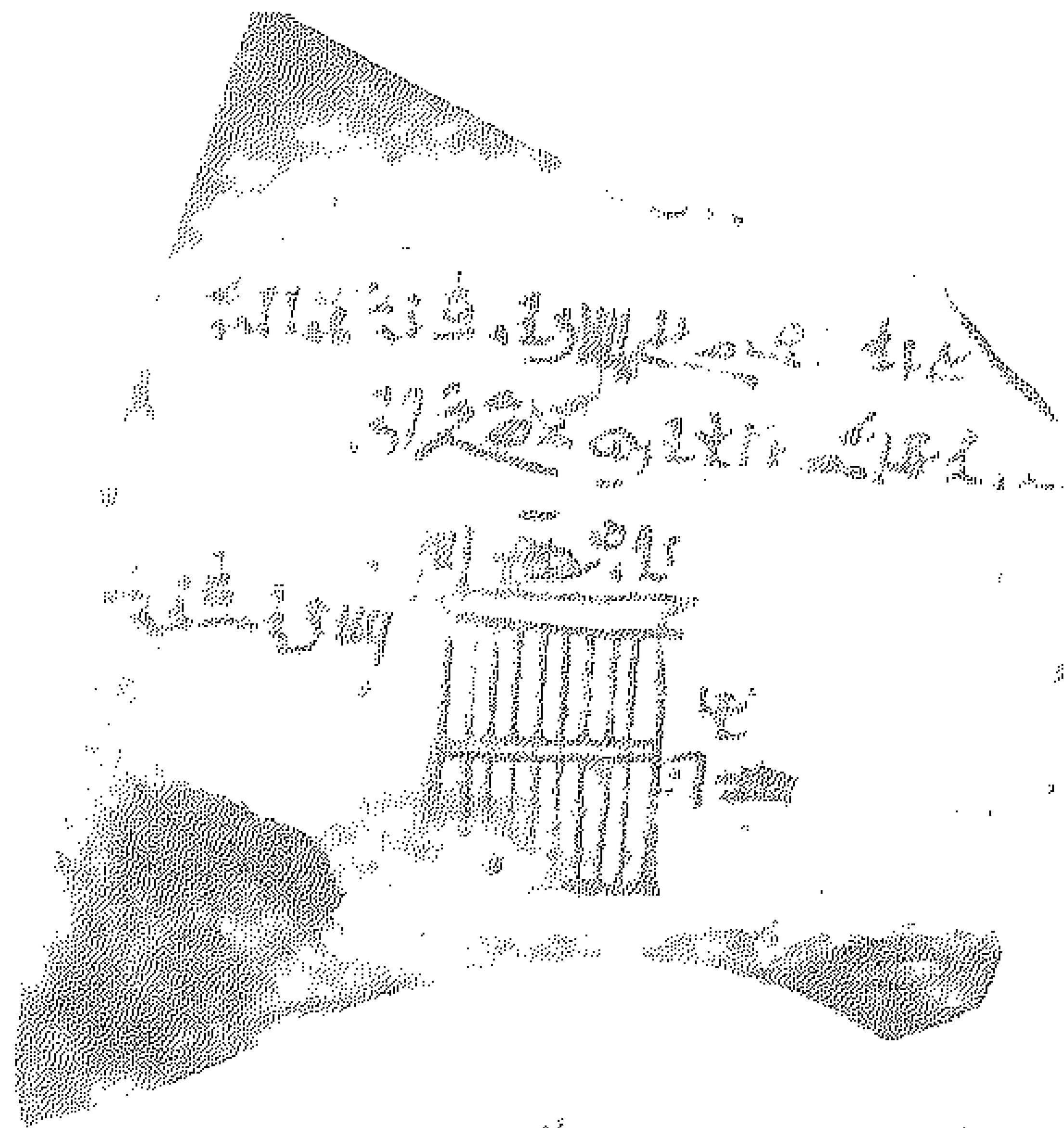
وتشتمل الوثيقة على طلب تشغيل عاجل بتصنيع أربع نوافذ، ومرفق معها كتعزيز رسم كروكي. والجزء العلوى من الوثيقة به ذلك النص: "ناختامون Nakhtamon"، عليك بتصنيع أربعة من العينة المرفقة، بدقة عالية وبأسرع وقت (مكررة): وسأوافيك غدا!

بإيضاحات حول موضوعهم: "العرض ٤ أشبار، الارتفاع ٥ أشبار و٢ إصبع.." (برناديت ليتيليهBernadette Letellier، أمينة قسم الآثار المصرية، متحف اللوفر).

وعلى يسار الكروكى، إشارة لتحدد ماهو مطلوب بدقة: "أربع من تلك العينة".

والشكل المرسوم، وهو مسقط أفقى للنافذة يناظر مستطيلا أبعاده٣٠×٤١ سم تقريبا.

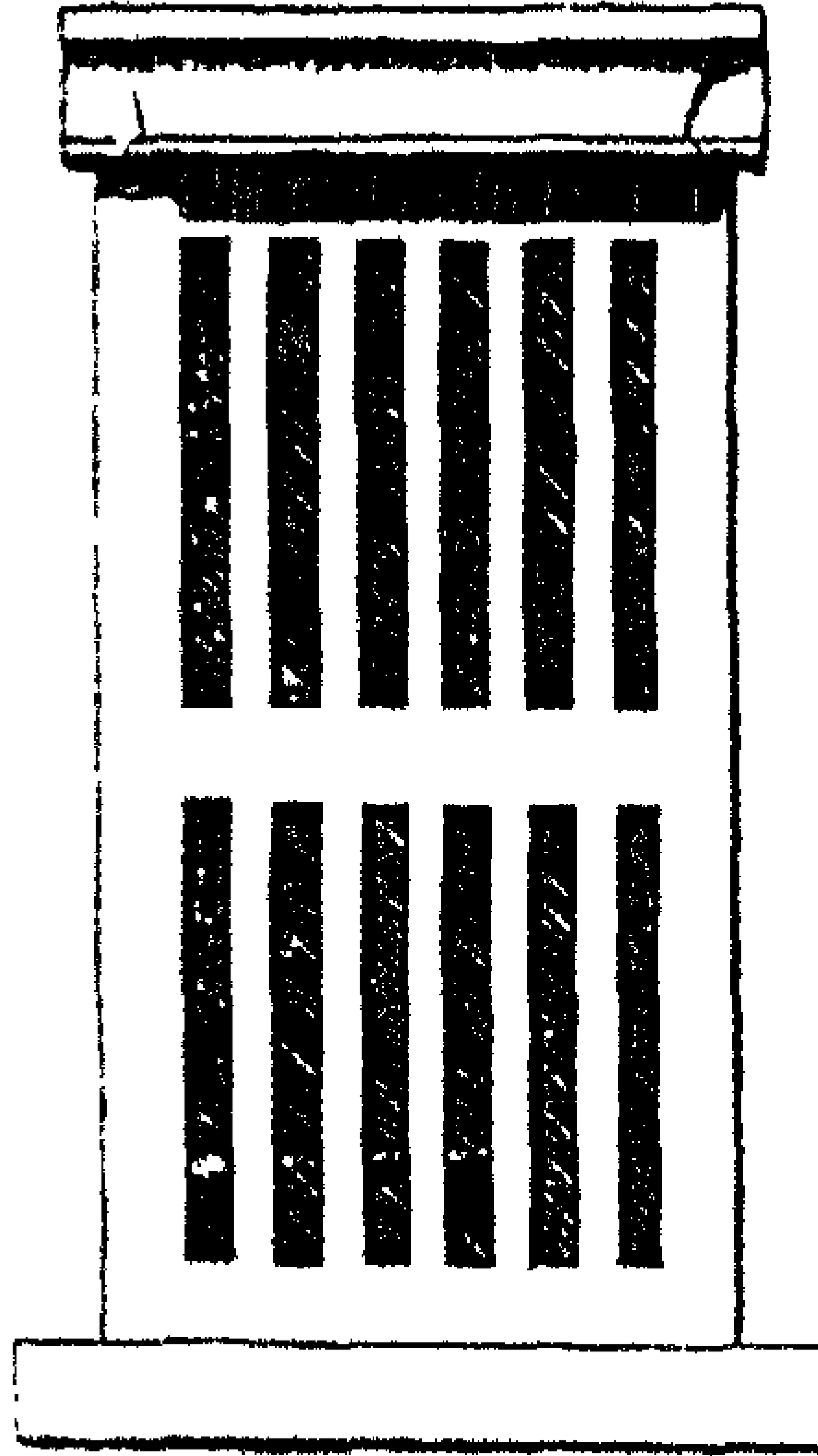
ومن الممكن للمرء أن يتفحص عدة خواص مميزة للمسقط الأفقى بالمفهوم الرياضى: السطح مستوى، وغير محدود من جميع الجهات، ويقسم الحيز الفراغي بحيث يجب عبور المسقط للمرور من مكان لآخر.



شكل ٦٨: مسقط أفقى رياضى (هندسى).

والمسقط نافذة بقضبان عددها عشرة، وتشكل القضبان خطوطـا مـستقيمة متوازية فى المسقط الأفقى نفسه.

طلب مسقط أفقى كتعزيز لنوافذ شقفة خزفية (حوالى ١٣٠٥ – ١١٩٦ق. م) ويمثل هذا الشكل مسقطا أفقيا بالمفهوم الرياضى للحد terme (شكل ٦٨).



شكل ٦٩: شبـكة نافذة من الحجر (عـن صـحيفة الآثـار المـصرية Journal of Egyptian Archeology VIII, p l. IX) وكانت نوافذ المـساكن فى الدولة الحديثة (١٥٦٧ – ١٠٨٥ ق. م) ذات مقاسات صغيرة وبـصفة عامـة

ذات أعداد صغيرة أيضا، كما كانت مستطيلة الشكل. وكان المتكأ L'appui، والساكف Linteau، واضحين تماما. والشبكة هنا من الحجر وذات فتحات رأسية تم قطعها حسب المقاسات من بلاطة سميكة نسبيا.

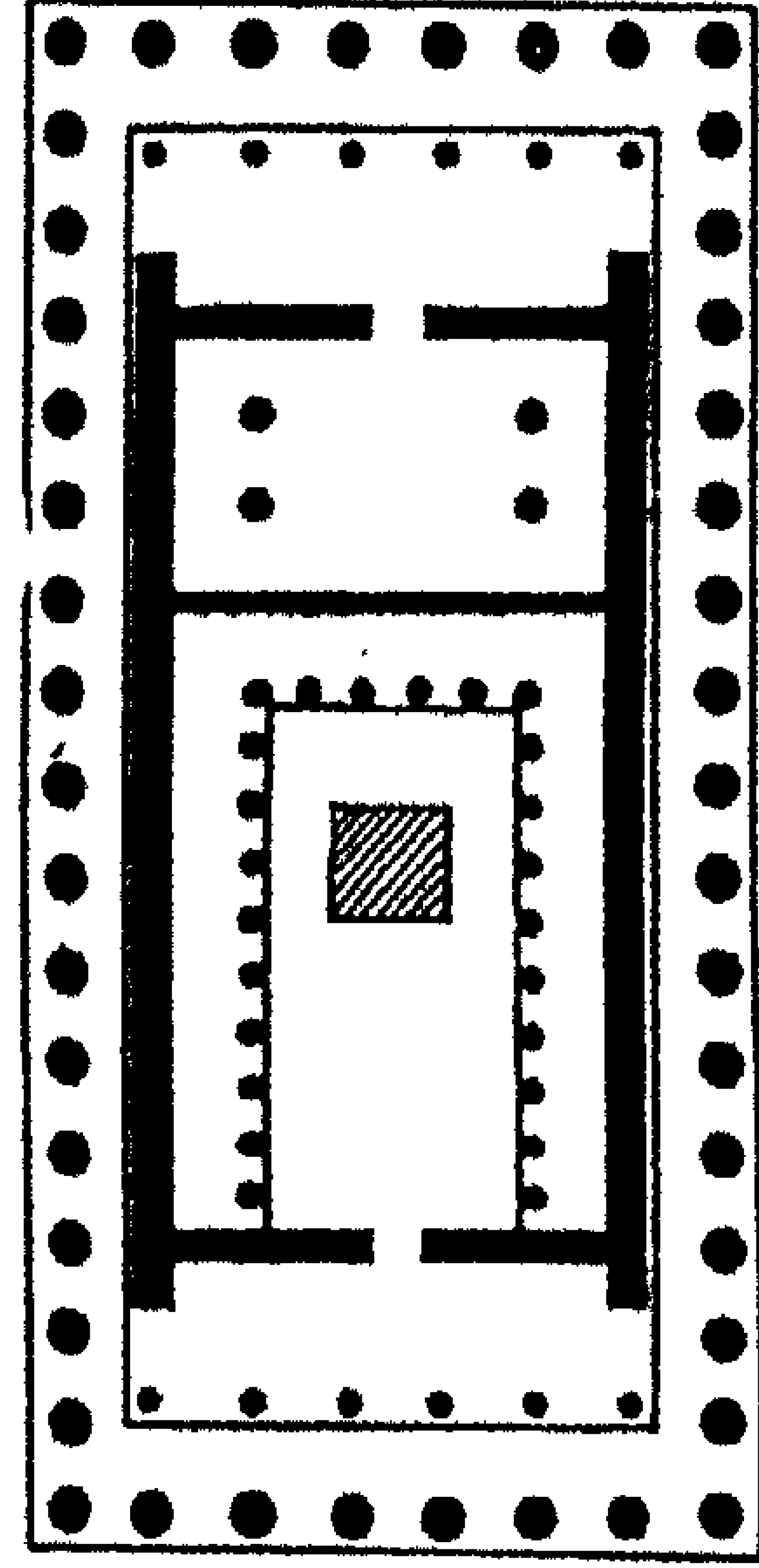
إن النموذج الهندسي والمعماري للمعبد الإغريقي هو بلا منازع المعبد المصري.

وفي اليونان، وكان ذلك حوالي عام ٦٠٠ ق. م، كان بناء أول المعابد من الحجر، وقد فتح ذلك الطريق إلى إنشاءات هائلة، والتي بدأت منذ ذلك الوقت فصاعدا ترسم معالم العمارة اليونانية المميزة. (موسى إ. فينلى Moses I.. Finley، اليونان الباكرة، العصور البرونزية والقديمة Early Greece, the Bronze and Archaic Ages، لندن، ١٩٧٠).

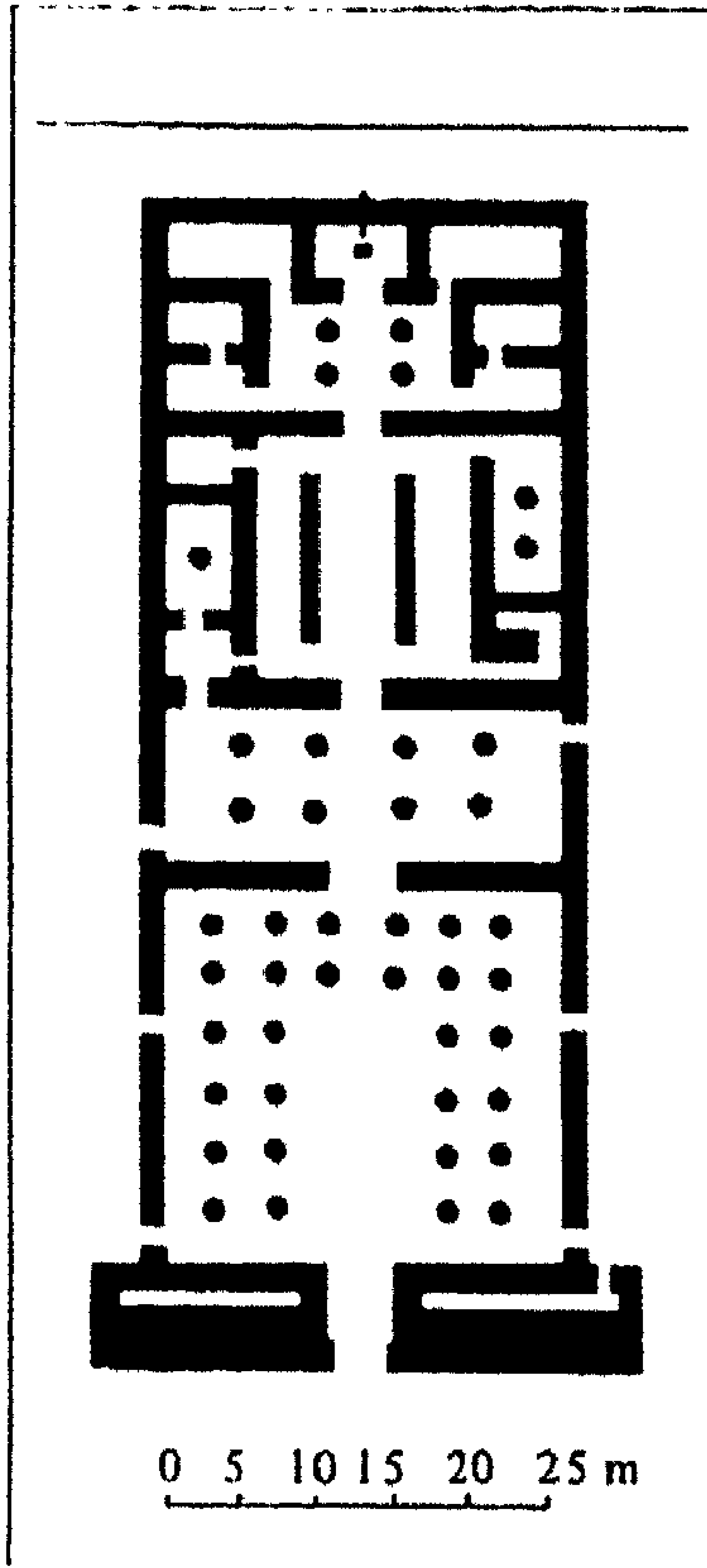
والمعبد اليوناني: ".. نقله المعماريون الأيونيون[1] من مصر.." (جون بوردمان John Boardman - اليونانيون عبر البحار The Greeks Overseas – Benguin Books, طبعة ١٩٧٣).

---

(١) كانت أيونيا هي أهم أقاليم اليونان القديمة وأكثرها ازدهارا واشتهرت بعمارتها ذات الأعمدة الأيونية، وهي تقع غرب اليونان وتضم إثنا عشرة مدينة كل منها مستقلة بذاتها، وأخرجت عديدا من الفلاسفة قبل سقراط كطاليس وفيثاغورث..إلخ، وكان يطلق عليها في القرنين السابع والسادس قبل الميلاد يونان الآسيوية – المترجم.



أ – معبد مصرى



ب – معبد يونانى

شكل ٧٠: مسقط أفقى لمعبد

وقد استقى المعماريون الأيونيون معمارية المعبد لديهم انطلاقا من النموذج المصرى، إلا أن البشر لايتغيرون، ولا يريدون أن يتبعوا الحق (النفسية الجميلـــة) بسبب ضغط الأحكام المسبقة!!

XXI

متوازى المستطيلات

Parapellopipede

متوازى المستطيلات: متوازى المستطيلات عبارة عن منشور تكون قواعده متوازيات أضلاع parallogrammes (المنشور عبارة عن جسم صلب يحده سطح منشورى وقطاعان مستويان متوازيان) والأوجه الستة لمتوازى المستطيلات عبارة عن متوازيات أضلاع.

١ - وفى متوازى المستطيلات تكون:

- الأضلاع متوازية ومتساوية أربعات أربعات.
- الأوجه المتقابلة متوازية ومتساوية.
- الأقطار تتلاقى فى نقطة، هى نفسها منتصف كل منها ومركز متوازى المستطيلات.

٢ - متوازى المستطيلات المستطيل هو متوازى مستطيلات قائم الزاوية تكون فيه القاعدة مستطيلاً مواصفاته كالتالى:

- أوجهه تكون مستطيلات.

- زواياه السطحية d rièdres[1] تكون قائمة (الزاوية السطحية تتميز باستقامتها، والزاوية السطحية القائمة هي نصف الزاوية المستوية).

- الأضلاع الثلاثة التى تخرج من كل رأس من رءوس متوازى المستطيلات تكون شكلا ثلاثى السطوح trièdre ثلاثة مستطيلات.
- فى متوازى المستطيلات المستطيل، يكون مربع القطر مساويا لمجموع مربعات الأضلاع الخارجة من نفس الرأس. وأقطار متوازى المستطيلات المستطيل متساوية.

٣ – **المكعب:** المكعب هو متوازى مستطيلات مستطيل تكون جميع أضلاعه متساوية.

ما هى الحال فى مصر؟ فالهندسة المصرية القديمة، سواء كانت مطبقة أم لا، هل كان فى مقدورها القيام بأعمال ذات شأن مع متوازى المستطيلات، الذى يعتبر شكلا معقدا بما فيه الكفاية؟

٤ – العلاقات الهندسية التى رفعها وسجلها جان فيليب لاور (jean-philppe Lauer) (والذى كان لديه اعتقاد قوى بما تحويه الأهرام من أسرار) فى الغرفة الجنائزية للهرم الأكبر لخوفو (خيوبس Khéops، كيوبس chéops)، ثانى ملوك الأسرة الرابعة (حوالى ٢٦٥٠ ق.م):

١– الغرفة الجنائزية للهرم الأكبر (ارتفاعها ١٤٦,٦٠ متر، وطول الضلع ٢٣٠,٩٠متر) عبارة عن متوازى مستطيلات مستطيل.

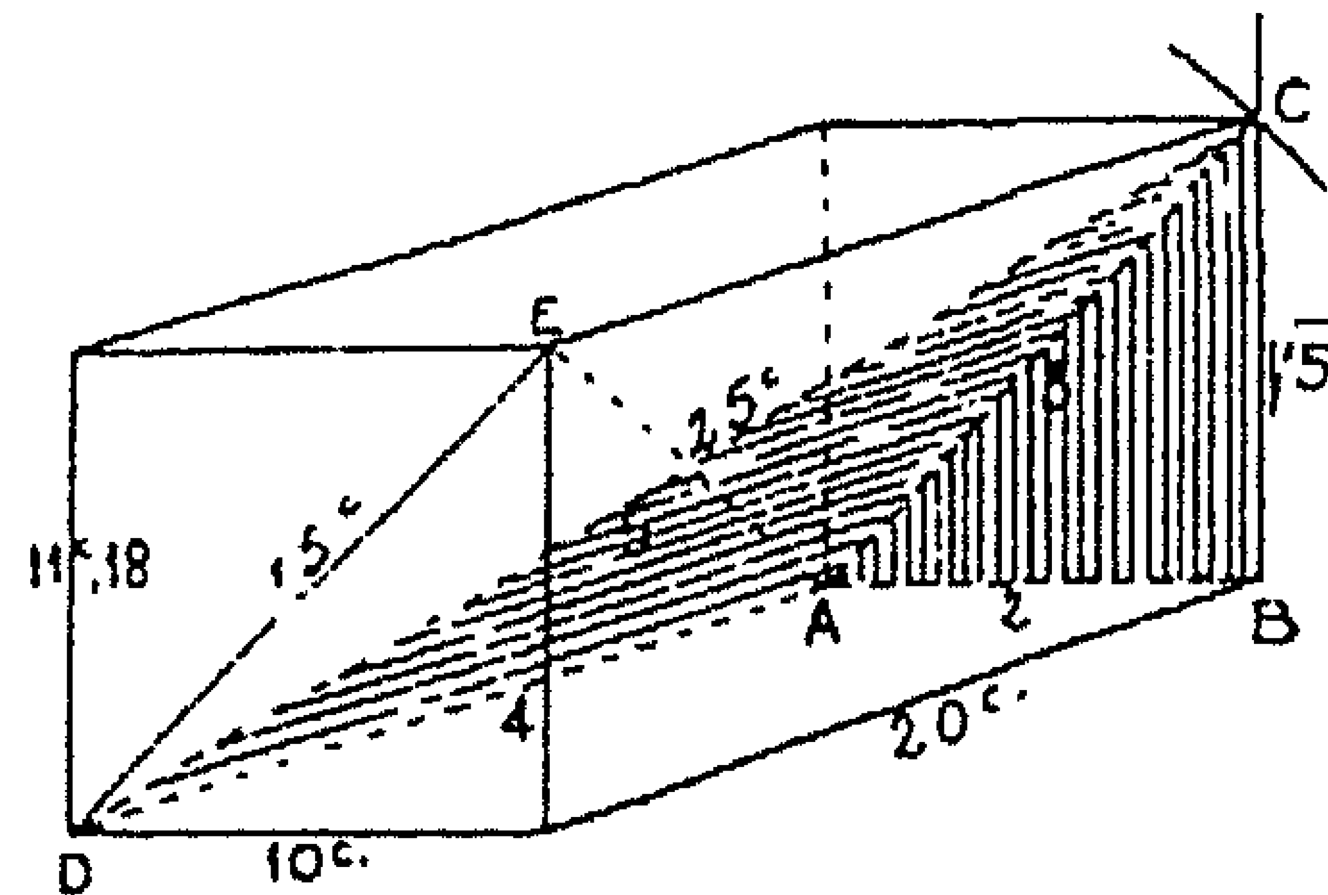
٢ – تلك الغرفة، والتى كان من المفروض أن تستقبل تابوت الفرعون تم إنشاؤها عند منسوب يبلغ فيه سطح الهرم نصف قاعدته: وكان ذلك يتضمن معرفة أن القطر diagonal لمربع سطح معطى، ومساوٍ لضلع مربع ضعف السطح.

---

(١) تنشأ الزاوية السطحية من تقاطع مستويين– المترجم.

٣ – استتبع وجود ضلع بطول ١٥ ذراعًا للخط القطرى لجدارين صغيرين، شرق وغرب غرفة ضريح خوفو، وجود مثلث قائم الزاوية (المثلث المقدس triangle Sacré) ٣، ٤،٥ فى مستوى القطاع الطولى للغرفة المارة بذلك الخط القطرى.

٤ – سمحت الخطوط القطرية diagonales بطول ١٥ ذراعًا، فى متوازى المستطيلات المستطيل لغرفة التوابيت، بسهولة التحكم فى ضبط زوايا الاتجاه الرأسى للجدارين "العمودية verticalité" (الزوايا السطحية driedres).



شكل ٧١: متوازى المستطيلات المستطيل الذى يشكل الغرفة الجنائزية فى هرم خوفو الأكبر (كيوبس)، طبقا للمعلومات الواردة من جان- فيليب لاور Jean – philippe Lauer (١٩٧٤).

٥ – ويوضح شكل متوازى المستطيلات المستطيل للغرفة الجنائزية لخوفو الحقائق التالية:

- تم الحصول على ارتفاع الغرفة الجنائزية برسم مثلث قائم الزاوية أضلاعه على التوالى ٢، √٥ الجذر التربيعى للعدد٥)، ٣.
- لما كان الضلع الأصغر للحجرة قاعدة المثلث، يساوى ٢، فمن أحد طرفيه A كمركز، نرسم قوس دائرة نصف قطرها ٣.
- يكون ارتفاع نقطة تقاطعه C مع العامود الساقط على الطرف الأخر لذلك الضلع B مساويا للجذر التربيعى 2,236= 5 /i.

• بضرب تلك الأبعاد الثلاثة فى ٥، سنحصل على أضــلاع الواجهــة الصغرى للغرفة، حيث تكون القاعدة = ١٠ أذرع، والخط القطــرى la diagonale = ١٥ ذراعًا، والارتفاع ١١ ذراعًا، و١٨ شبرًا.

- كان اختيار ذلك الرسم يتم بمعرفة المصريين القدماء الذين بنــوا الهــرم الأكبر، لأنه يعطى بالإضافة لذلك مواصفات المثلث المقدس ٣،٤،٥ فى المــستوى ACDE، حيث تكون الخطوط القطرية لحجم الغرفة مساوية لـــ٢٠ ذراعًــا. وقــد كان ذلك الرقم المميز يسمح بسهولة التحكم فى تعامد الجدار.

ولم تكــن مثل تلك الأمور التى على هذا القدر من النجــاح وليــدة تجريب أو وصفات عملية أو مصادفة. فقد كان المعماريون المــصريون يعرفــون جيــدا نظرياتهم الهندسية عند تنفيذ الرسومات الإنشائية لشواهدهم المعمارية، ويطبقونهــا بمهارة. وكانوا يستخدمون بصفة خاصة مختلف المثلثات قائمة الزاويــة، والتــى كانت ملفتة للنظر بحق، بحيث ستكتشفها اليونان القديمة من خلال فيثاغورث الذى أقام لمدة ٢٢عاما فى بلاد الفراعنة للدراسة.

ولقد استطاع جان فيليب لاور jean-philppe Lauer أن يكتب ذلك ولديه معرفة تامة بالسبب: ".. وهكذا عثر على طرق للحساب والرسم، ويمكن للمرء أن يسترجعها من خلال وثائق لاحقة مثل برديتى رانــد وموســكو، حيــث تعــود النصوص إلى عصر الدولة الوسطى فــى مصر القديمــة (جــان فيليــب لاور jean-philppe Lauer، Le Mystere des Pyramides (أسرار الأهرامــات) - باريس دار نشر Presse dela Cite، ١٩٧٤، صفحة ٣١٢).

وإذن فقد كانت الخارطة التى تكمن كخلفية للوثائق الرياضــية المــصرية، والأكثر شيوعا، هى برديتا راند وموسكو، والعلوم والخبرات المتراكمة للمعماريين والمهندسين، ورجال الهندسة النظرية للدولة القديمة (٢٧٨٠ - ٢٢٨٠). مما يشير إلى وجود تقاليد علمية فرعونية راسخة.

XXII

القطع الناقص (الإهليلجى)

ELLipse

١ - **القطع الناقص (الإهليلجى)**: القطع الناقص ellipse (فـي اليونانيـة elleipsis تعنى ناقص) عبارة عن مستوى منحنى محدب مقفـل، لـه محـوران للتماثل، ويكون مجموع المسافتين بين أى نقطة عليه ونقطتين ثابتتين داخله، يطلق عليهما البؤرتان foyers، ثابتا. وقد أطلق جيرار ديزارج Girard Desaargues (١٥٩٣-١٦٦٢)، على القطع الناقص على سـبيل التوضـيح اسـم "المنقـوص defaillement".

٢ – ومن الممكن رسم القطع الناقص (والذى هوعبارة عن شكل مخروطى) باستخدام خيط طوله 2a، وطرفيه F و F1، واللذان يشكلان بؤرتى القطع الناقص.

ويسمى القطر الكبير للقطع الناقص بالدائرة الرئيسية للقطع النـاقص، أمـا القطر الصغير فيطلق عليه الدائرة الثانوية.

مساحة القطع الناقص = πab

٣ – فيمـا بـين الأعـوام ١٩٠٥ – ١٩١٢، قـام أليكـسندر برازانتـى Alexander Brasanti بإجراء حفريات فى منطقة زاوية العريان شـمال هـرم زوسر المدرج فى سقارة، واستخرج وعاء ضخما مـن الجرانيـت علـى شـكل بيضاوى بطول ٢,١متر وعمق ١,٠٥ متر، وله غطاء مماثل من الجرانيت أيضا.

٤ – وفى عام ١٩٠٧ اكتشف جورج داريسى Georges Daressy قوسًا من قطع ناقص فى رسم إنشائى لإحدى القباب ضمن حفريات فى مصر.

٥ – قام لودفيج بوركهارتLudwig Borchardt، خلال عدة أعوام، بإدارة مشاريع الحفريات الألمانية فى مصرلحساب الجمعية الشرقية الألمانية Société Orientale Allemande، وكان أول من أثبت بما لا يدع مجال للشك أن المصريين القدماء قد استخدموا طريقة المنحدرrampe فى بناء الأهرام. كما كان ذلك الرجل، وللمرة الأولى أيضا، هو من عرف كيف يوضح، بواسطة رسومات إنشائية (١٩٠٢– ١٩٠٨) رائعة، مجموعات أهرامات أبو صير مع مجموعاتها الإنشائية الجنائزية (الأسرة الخامسة). ولقد كان إنجازه ذلك هو الذى أتاح، للمرة الأولى فى علم المصريات égyptolpgy، التناول بعمق للمجموعات الإنشائية الأثرية للأهرام الملكية.

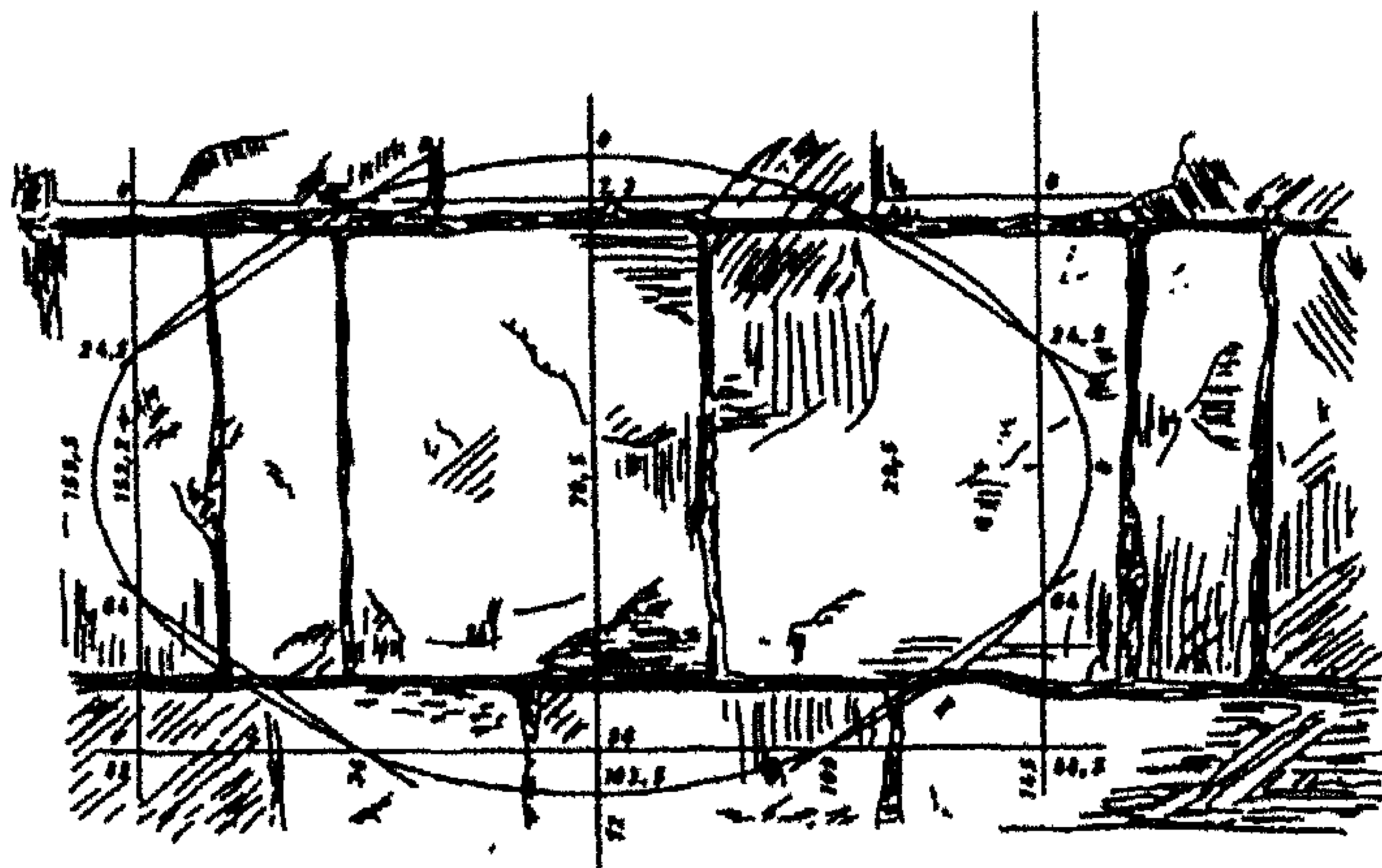
وكان بوركهارت قد أنجز ونشر من قبل فى عام ١٨٩٦(فى " ZAS "– ٣٤، ١٨٩٦، صفحة ٧٥ ومابعدها) رسما محفورا على جدار فى معبد الأقصر فى عصر رمسيس الثالث (حوالى عام ١٢٠٠ق. م). وقد تعرف عالم المصريات فى ذلك الرسم المصرى القديم على طريقة إنشاء القطع الناقص.

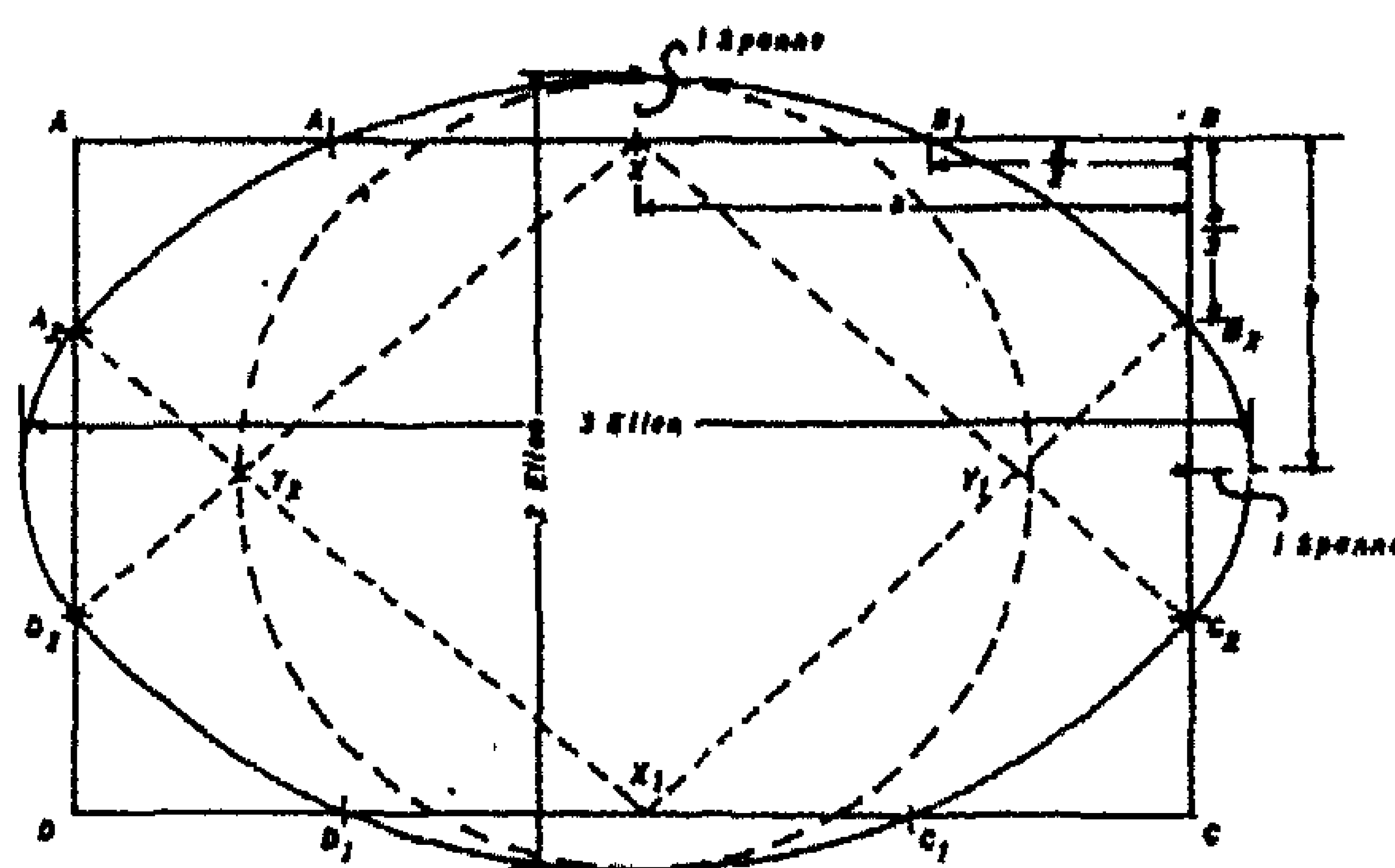
استنساخ القطع الناقص الموجود على جدار معبد الأقصر من واقع الرسم الأصلى للودفيج بوركهارت (الشيخ أنتا ديوب: الحضارة أم البربرية Civilisation ou Barbarie، باريس، ١٩٨١، ص.٣١٣).

استنساخ القطع الناقص المرسوم على جدار معبد الأقصر. هذا الجدار كان قد تم إنشاؤه إبان حكم رمسيس الثالث، حوالى عام ١٢٠٠ ق.م (رسم أمادو فاى Amadou Faye, IFAN: مجلة اللغة المصرية القديمة Zeitschrift für Aegyptischer Sprache: المجلد الرابع والثلاثون، ١٨٩٦، شكل رقم٧).

الشيخ أنتا ديوب: الحــضارة أم البربريـــة Civilisation ou Barbarie، باريس، ١٩٨١، ص.٣١٣.

البحوث المصرية حول القطع الناقص (الشيخ أنتــا ديــوب: الحــضارة أم البربريـــة Civilisation ou Barbarie، بــاريس، ١٩٨١التواجــد الأفريقــى، ص.٣١٤.





شكل ٧٢: القطع الناقص على جدار معبد الأقصر

والرسم المصرى القديم يظهر فى الواقع مستوى منحنـــى مقفــلاً (القطـــع الناقص) يقطعه مستطيل يمثل بخطأ طفيف حوالى ١%، سطح القطع الناقص.

٦- والبرهان واضح تماما فى جميع الأحوال على أن القطع الناقص (الإهليجى) كان معروفا ومرسوما فى مصر القديمة. وعاء ذو شكل بيضاوى، قوس من قطع ناقص. قطع ناقص ومستطيل على جدار فى معبد بالأقصر.

٧ – قام الشيخ أنتا ديوب بحساب مساحة القطع الناقص على جدار معبد الأقصر على غرار المسألة المطروحة (الشيخ أنتا ديوب: الحضارة أم البربرية Civilisation ou Barbarie، باريس، ١٩٨١ التواجد الأفريقى، ص.٣١٤). وقد انصبت أبحاثه على خاصية للقطع الناقص، ربما كانت حساب مساحة القطع الناقص.

فالشكل البيضاوى للقطع الناقص مقطوع بمعرفة مستطيل ABCD بحيث كان:

$AB=DC = 2a =2 + 1/2 + 1/4.$ ذراعا

و

$AD= BC = 2b = 1 + 2/3$ ذراعا

وتبعا لذلك، سنجد أن:

$AA_1 + BB_1 = CC_1 = DD_1 = 1/4AB = a/2$

و

$AA_2 = BB_2 = CC_2 = DD_2 = 1/6AB =a/3.$

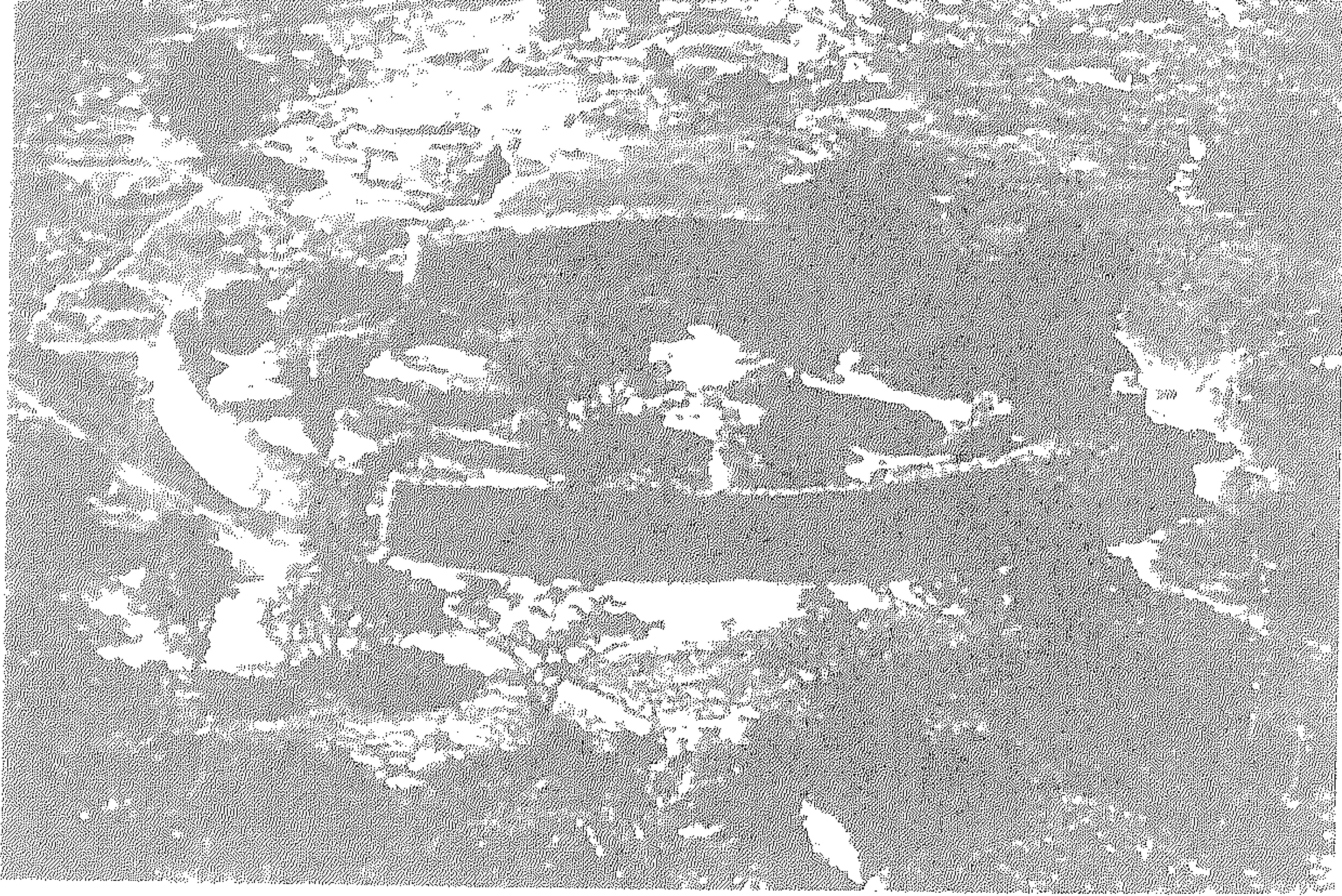
ويبدو الشكل كما لو كان يعنى البحث فى مساحة (S) القطع الناقص.

$S = \pi\ ab = 1\times 11/2 \times\pi = 4,71$ (القيمة الدقيقة)

وإذا ما أخذنا ليس نصف المحاور، بل الأقطار بكاملها، والتى هى على التوالى ٢و٣، فإن الصيغة التالية تعطينا:

$$S = (2 - \frac{2}{7}) \times (3 - \frac{2}{7}) = 4,65$$

ويكون خطأ المعمارى المصرى 6/471 أو 1/78، وهو خطأ لا يتعدى ١٪.



شكل٧٣: قطع ناقص فى زيمبابوى

مملكة موين مــوتابا Mwene Mutapa (مونوموتابا Monomotapa)، فى إقليم زامبيزى: عاصمة زيمبابوى وبها شواهد معمارية هائلة مــن الحجــارة (القرن التاسع). وهذا السور الذى يتخذ شكل القطع الناقص يلفت النظر، فارتفاعه ١٠ أمتار وسمكه ٧ أمتار. وقد أعادت جمهورية زيمبابوى إحياء اسم كبير للتاريخ الأفريقى مثلما عملته لساحل الذهب وأصبح جمهورية غانا إحيــاء لــذكرى غانــا القديمة بين نهرى السنغال والنيجر.

لقد كان القطع الناقص معروفا فى أفريقيا السوداء القديمة: فى وادى النيل، وفى وادى زيمبابوى... إلخ.

XXIII

الحجم

Volume

١ – **الحجم**: الحجم (فى اللاتينية volumen بمعنى لفيفة rouleau) لما يسمى بالصفاح polyèdre هو ذلك الجزء من الفراغ الذى يحتويه سطح ذلك الصفاح من الداخل.

والصفاح هو جرم صلب متعدد السطوح ومحدد بأجزاء من مستوى.

ويسمى العدد المنتسب إلى مثل ذلك الجزء من الفراغ كى يشير إلى مقداره الحجم أيضا.

٢ – ومن هنا، فإن قياس حجم ما V، أى الجزء من الفراغ الذى يحتله جسم ما، هو حساب عدد الوحدات، أو الأجزاء المساوية للوحدات، والتى يحتويها ذلك الجرم الصلب، أو الجسم.

والعدد الذى يتم الحصول عليه يسمى مقاس الحجم V.

٣ – وحدة الحجم هى حجم مكعب يكون ضلعه هو وحدة الطول.

وفى النظام المترى، تكون وحدة الطول هى المتر. وبذا تكون وحدة الحجم هى حجم مكعب طول ضلعه ١متر: أى متر مكعب (م٣).

ومضاعفات المتر المكعب لا تستخدم إلا قليلا. أما محتوات (أجزاء) sous multiples المتر فهى:

الديسيمتر المكعب (دم٣): وهو حجم مكعب طول ضلعه ١ ديسيمتر.

السنتيمتر المكعب (سم٣): وهوحجم مكعب طول ضلعه ١ سنتيمتر؛.

الملليمتر المكعب (مم٣): وهو حجم مكعب طول ضلعه ١ ملم.

ولقياسات السعات، تكون الوحدات: اللتر (ل = دم٣)، الديكاليتر (دال = ١٠ ل)، والهيكتوليتر (ه ل = ١٠٠ ل).. إلخ.

٤ – كان لدى المصريين القدماء فهم رياضى شامل ودقيق لفكرة الحجم:

رخت، ريخيت rht, rekhet (بردية راند ٤١ – ٤٦): "الحجم" بمعنى "قياس الحجم"، والعدد الناتج من قياس الحجم لجسم ما، يساوى الجزء من الفراغ الذى يحتله هذا الجسم.

ستوتى stwty (بردية راند ٤٥، ٤٦): "الحجم" بمعنى كم المادة المسكوبة versée التى تشكل محتويات الجرم داخل وعاء حاو.

s3c^، شا sha^a (بردية راند ٤١–٤٦): "الحجم" بمعنى "حيز الفراغ" الذى يشير إلى المقدار أو الحجم.

حات إر إف h33t r.f, haat er.ef ،بردية راند ٤٣ – ٤٤): "الحجم" بمعنى "محتوياته" (محتويات صومعة غلال على سبيل المثال)، بمعنى حجم كمية الغلال الموجودة فى الصومعة.

لقد استخرج المصريون القدماء كل المعانى الرياضية لكلمة حجم تقريبا: حيز من الفراغ يحتله جرم أينكان، عدد ينتسب لذلك الحيز كى يشير لمقداره، كمية الغلال التى تشكل المحتوى، أو حجم الوعاء، الأبعاد أو كتلة الفراغ التى يشغلها جرم ما (امتداده فى الفراغ)،..إلخ.

وتتوافق المعانى على نحو ممتاز، والمفهوم الرياضى السائد للحجم هو: "حيز من الفراغ يشغله جرم ما أينكان". إن الحجم ليس هو "ضخامة شيئ ما"، بل "ذلك الحيز من الفراغ الذى يشغله ذلك الشيئ".

٥ – والقياسات المصرية الرئيسية المتداولة للسعة أو الحجم هى كالتالى:

حكت، حيكات hkt,hekat، "الصاع الفرنسى boisseau، وهو حوالى ٤,٥٤ لتر.

إبت، إبيت، قبطى ipt,ipet, copte oipé، ويساوى أربعة أضعاف الحيكات، أى حوالى ١٦: ١٨لترا. وقد استعار اليونانيون كلمة: وافى oiphi.

حزر، خارh3r,khar " كيس"، وتساوى المضاعف ٤ لأربعة أضعاف الحيكات، أى حوالى ٦٤: ٧٢ ليترا.

حنو، حينو، حين hnw, henou, hin، "جرة "، وتساوى ١/١٠ الحيكات، أى حوالى ٠,٥ لتر.

ووحدة الحجم حيكات لا ترتبط بوحدة الطول (الذراع) فى النظام المصرى القديم، إلا أنها كانت هى نفسها فى النظام البابلى، والذى كان: كوم qÛ m وهو حوالى ١ لتر؛ سوتوم sutum، حوالى ١٠ لترات؛ بانو panum أو بارسيكتوم parsiktum، حوالى ٦٠ لترا؛ والكوروم kurum، حوالى ٣٠٠ لتر.

وفى النظام المترى، ترتبط وحدة الحجم مع وحدة الطول لأن المتر المكعب هو حجم مكعب طول ضلعه ١متر.

وقد انتقل القياس المصرى هينو henou إلى اللغة القبطية "هين hin" عن طريق اللغة الديموطيقية "هن hn". وقد استعارت العبرية الكلمة المصرية التى يرجع تاريخها إلى الدولة القديمة: هين hin (سفر الخروج ٢٩، ٤٠، ٣٠. سفر

اللاويين ٢٣، ١٣... إلخ). وقد استعار الفينيقيون أيضا الكلمة المصرية. وقد أخذت يونان العهد القديم Le Grec de la Septante أيضا الكلمة المصرية: أينein، إن in. واللاتينية التى ترجم إليها الكتاب المقدس Vulgate هين hin (ماكسيمليان إلينبوجين Maximilian Ellenbogen، الكلمات الدخيلة فى العهد القديم.أصلها واشتقاقها Foreign Words in Old Testament,Their Origin abnd Etymology، لندن، لوزاك، وشركاه Luzac & C°، ١٩٦٢، ص.٦٨).



شكل ٧٤: أوعية تمت معايرتها

مقبرة ريخمير Rekhmire (طيبة، رقم ١٠٠).

كان ريخمير "ذلك الذى يعرف مثلما النور" شخصية ذات مستوى رفيع للغاية، فكان رئيسا للوزراء فى مصر العليا وحاكما لإقليم طيبة، تحت حكم أمنحتب الثالث (١٤٠٨ – ١٣٧٢ ق.م).

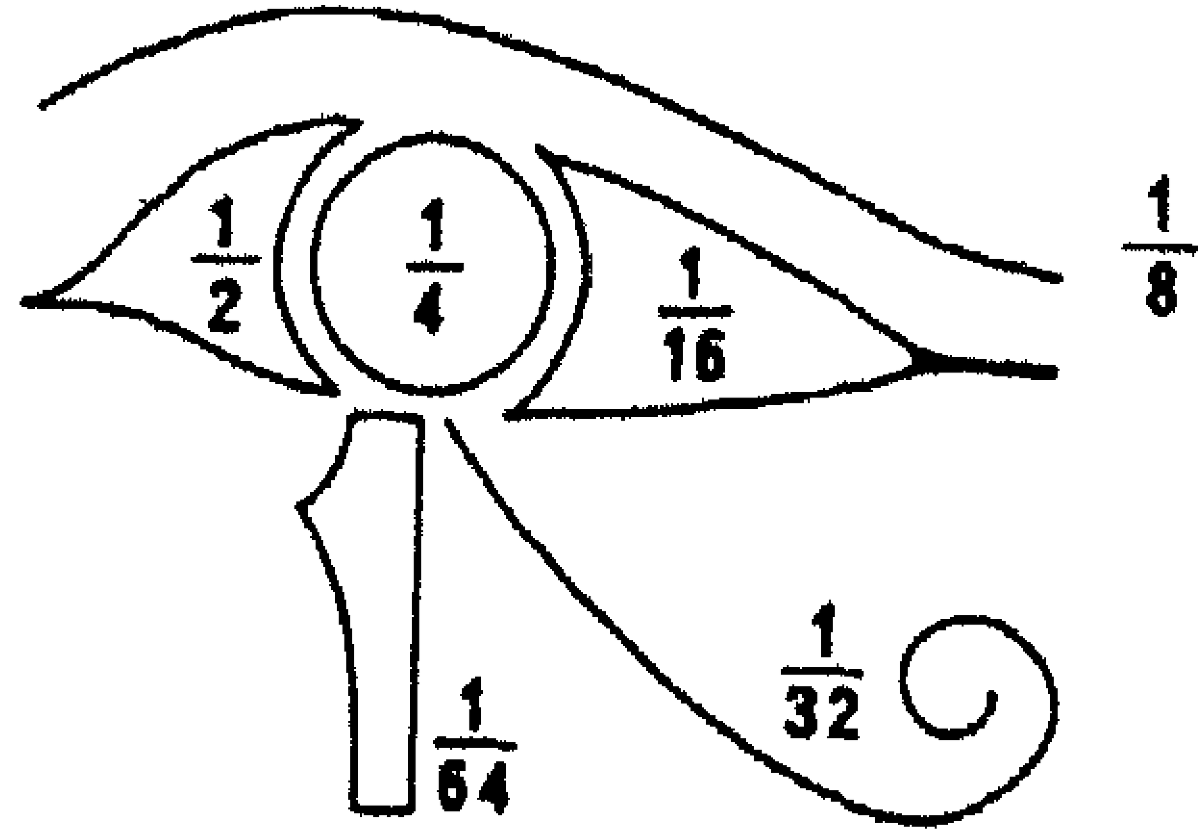
وفى مقبرته الواسعة نجد مناظر ذات جمال فائق، ملونة وبالرسومات التخطيطية. وتشمل المناظر أنشطة زراعية، وأنشطة صيد وقنص.

وهنا يتم نقل الغلال بعد حصادها بواسطة أوعية تمت معايرتها بينما الكاتب يسجل فى دفاتره.



شكل ٧٥: وعاء مدون عليه سعته بالأرقام

وعاء من المرمر، الدولة الحديثة، حوالى عام ١٣٠٠ ق.م. حاليا بالمتحف البريطانى، لندن وسعة ذلك الوعاء مبينة على الوثيقة نفسها hnw 8 r-6، بمعنى ١/٦ ٨ هينو henou، أى حوالى ٤ لترات.



الشكل٧٦: عين الإله الصقر حورس، استخدمها الرياضيون بقدر

ما هو رمز تصويرى pictogreamme وفى الواقع، لتعريف كسور الحيكات hekat (الصاع)، مقياس السعة، كان الكتّاب يؤدونه بتناول كل جزء مفرد من تلك العين الإلهية.

وتذكر المسائل أرقام ٤١ – ٤٧ لبردية راند العلاقة بين قياسات الطول وقياسات السعة.

والمسألة رقم ٤١ على سبيل المثال، تتطلب حساب حجم إسطوانة قطرها ٩ وارتفاعها ١٠. ويتم تقدير الغلال بالخار khar، وقياس السعة (٢٠أو ١٦ حيكات hekat = ١ خار khar "كيس"، وليكن حوالى ٩٧,٨ أو ٧٨,٢ لتر). والإجابة الدقيقة هى ٩٦٠ خارًا khar، وحساب الكاتب أظهر أن قيمة النسبة التقريبية π هى 13/18 3، حوالى 3,1605. ويقوم الكاتب بحساب حجم الإسطوانة بالذراع المربع: $V = \pi r^2 h = 3{,}1605 \times 4{,}5^2 \times 10 = 640$. ويتم ضرب تلك النتيجة فى 11/2 للحصول على الإجابة، ولتكن٩٦٠ خارًا. وهكذا يكون الذراع المكعب مساويا لـ 2/3 خار (960 × 2/3= 640 ذراعا مكعبا).

XXIV

الهرم

Pyramide

١ – كلمة "هرم pyramide". في اللغة اليونانية نجد أن الكلمة πυραμίς, πυραμίδ تحمل معنيين دلاليين:

أ) هرم pyramide شكل هندسي، إنشاء على هيئة هرم.

ب) قرص حلوى من حبوب القمح المحمصة والمخلوطة بالعسل.

وفي عام ١٩١٩ افترض العالم الهيليني ديلز Diels أن اليونانيين هم الذين أطلقوا هذا الاسم على الأهرامات المصرية عن الكلمة اليونانية pyramis, pyramidis (بمعنى قرص حلوى، أو قرص من خلية النحل g^ateau). إلا أن شكل قرص الحلوى نفسه لم يكن معروفا.

أما فرضية عالم المصريات بروجش Brugsch، في عام ١٨٧٤، فقد دارت حول الكلمة اليونانية بيراميس، والتي ربما استعيرت من المصرية القديمة بر– م– أو س pr-m-us، والتي تشير لـ "ارتفاع" الهرم، إلا أن شانترين chantraine قد أظهر لنا أن فرضية بروجش لا قيمة لها (ب. شانترين قاموس اشتقاقي للغة اليونانية. تاريخ الكلمات، P. Chantraine, Dictionnaire étomologique de la langue grecque. Histoire des mots. طبعة جديدة، باريس، Klincksieck، ١٩٨٤، ص ٩٥٨).

وفى اللاتينية، تعنى كلمة بيـــراميس، بيراميـــديس pyramis, pyramidis بكل بساطة: "أثر مصرى monument égyptien".

لم تعرف حضارات ما بين النهرين (السومرية، البابلية، والكلدانية) الهـــرم، سواء فى مجال الرياضيات، أم العمارة، والمسألة الـــشهيرة للـــوح YBC 5037 (الأسرة الأولى البابلية) لا تتعلق بـــحجم الهرم النـــــاقص tronc de pyramide (هل كان من الواجب أن يكون لدينا أيضا نفس الفكرة المسبقة عن "الهـــرم" كـــى نستطيع معرفة "الهرم الناقص")، بل بحجم اثنين من متوازيات المستطيلات القائمة الزوايا فوق بعضهما. وكلمة "هرم مقطوع" فى حد ذاتها لم يوجد لهـــا أثـــر فـــى معطيات المسألة البابلية: "إن الأمر يتعلق فى الواقع بنـــوع مـــن الأرض يـــستخدم لتجفيف الطـــوب" (مارجريـــت روتيـــن Marguerite Rutten، العلـــم عنـــد الكلـــدانيين La science de Chaldéens، بـــاريس،P.U.F.، ١٩٦٠، ص. ١١٨مجمـــوعة "Que Sais-Je?" رقم ٨٩٣).

هؤلاء هم المعلقون المحدثون، والذين تمثلوا معطيات المسألة للهرم المقطوع لإثبات وجود ذلك النوع من التمارين الرياضية فى العلوم البابلية. ونفـــس الـــشيء للوح BM 85194 (العصر الكاسيتى Kassite) لاتشتمل على حساب حجم الهرم المربع المقطوع، ولا يوجد أى شرح تفسيرى واضـــح أو مقنـــع. وقـــد توافقـــت المعطيات مع كوم من الطوب (نالبانو nalbanu)، إلا أنها لاتحتوى إطلاقا علـــى "هرم مقطوع". وإذا ما تنا ولنا لموضوع من الناحية الرياضـــية، ســـنجد أن كـــوم الطوب أو الحصى ليس هرما مقطوعا. وفى اللغة المصرية القديمة نفسها، نجد أن الكلمة التى تشير للهـــرم هـــى: 𓌳𓂋𓉴 مـــر، ميـــر nr,mer. وهـــذه أحـــد المصطلحات المصرية التى تشير إلى المقبرة (الملكية)، وهكذا كما ذكر جاردينيـــه Gardiner، طبعة أو كسفورد١٩٦٤، ص ٦٢٧).



الشكل ٧٧: الهرم المدرج للملك زوسر من الأسرة الثالثة (١٨٠٠- ٢٧٠٠ق.م).

وقد كان عهده فاتحة استخدام الحجر المنحوت طبقا لمقاسات في إقامة الشواهد المعمارية. وهذا الهرم، والذى بناه العبقرى إمحتب Imhoteb، ارتفاعه ٦٠ مترا، وهو أول شاهد معمارى من الحجر المنحوت طبقا لمقاسات فى تاريخ البشرية.

إن الهرم كفكرة وكمفهوم (مير mer)، كان موجودا قبل أن يصبح واقعا ملموسا، ويتجسد على أرض الواقع كهذا الهرم أو ذاك. فالمخ البشرى يعمل على هذا النحو، إذا كان صحيحا أن الإنسان هو "الإنسان النيوروني (ذو الخلايا العصبية) L'homme neuronal" (جان بيير تشانجو JeanPierre Changeux، الإنسان العصبى L'homme neuronal، باريس، فايار Fayard، ١٩٨.

مجموعة: "عصر العلم Temps de Sciences": إن الهرم هو فى البداية موضوع ذهنـــى objet mental، بمعنـــى مفهـــوم يـــصاحبه تمثيـــل خطـــى مبـــسط schematisation، وتجريد. ثم يصبح ذلك المفهوم نموذجا أصـــليا prototype للموضوع الذى يستجمع السمات المميزة للهرم. وقد يتساءل المرء: لماذا لـــم تقـــم الشعوب القديمة الأخرى التى لم يكن لديها فكرة "الهرم" بإبداع، سواء عن طريـــق المصادفة، وباستخدام الأسلوب التجريبى، الشكل الهندسى الهرمى فى العمارة؟



شكل ٧٨: إمحتب: تمثال صغير من البرونز، العـــصر القـــديم، المتحـــف المصرى بالقاهرة. كان إمحتب مستشارا للمـــلك زوسر (الأسرة الثالثة حـــوالى عام ٢٨٠٠ ق.م)، وكان أيضا معماريا، وطبيبا، والكـــاهن الأعظـــم لهليوبـــوليس (مدينة رع)، كما كان فيلسوفا أيضا، وكان اليونانيون يطلقون عليه اسم إيمـــوتيس Imouthes.



شـــكل ٧٩: هرم (المقبرة الملكية) لسنفرو فى منطقة ميدوم، ١٩ كيلـــومترًا جنوب سقارة. كان سنفـــرو هو أول ملـــوك الأسرة الـــرابعة (حوالى عام٢٦٧٠ ق. م). وكان خوفو خيوبس) (حوالى عام٢٦٥٠ق. م) ثانى ملوك تلـــك الأســـرة، وبانى الهرم الأكبر، هو ابن سنفرو.



شكل ٧٩ (مكرر): مقبرة أسكيا Askia

مقبرة ملكية (هـــرم) أســـكيا قـــرب جـــاو Gao، إمبراطوريـــة ســـونجى Songhay، مالى.

L'Askia Mohammed، لاسكيا محمـد .Photo documentation francaise
خليفة سونى على Sonni Ali أدى فريضة الحج إلى مكـة فيمـا بـين الأعـوام ١٤٩٥، ١٤٩٧. وقد تقلد الحكم لمدة ستة وعشرين عاما. وتوسعت الحـدود فـى عهده جنوبا حتى أبـومى Abomy (بنـين Benin)، وشـرقا حتـى أجـاديس Agadès.

إن وشائج القربى الهندسية والمعمارية لهذين الهرمين (بينها وبين الأهرامات المصرية) واضحة تماما للعيان.

وتـلك الكلمـة المصرية القديمة (مير) هى كلمـة زنجـيـة - مـصرية nègro – égyptien، أو زنجية أفريقية على نحو نموذجى: فكلمة مر mr تعنـى مقبرة ملكية على شكل هرم، هرم؛ نويرnuer (السودان): مون mun، "مقبرة"(م – ر/م – ن m-r/m-n)؛ بول peul (الغرب الأفريقى): مار mar "يحرس، يحفـظ" الجثمان: نفس الحقل الدلالى (م– ر/م– ر).

ولوف wolof (الغرب الأفريقى): با – ميل ba – meel، "المقبرة"؛ وفـى المصرية القديمة با مر pa mr، "المقبرة" (م– ر/م – ل m – r/m - l).

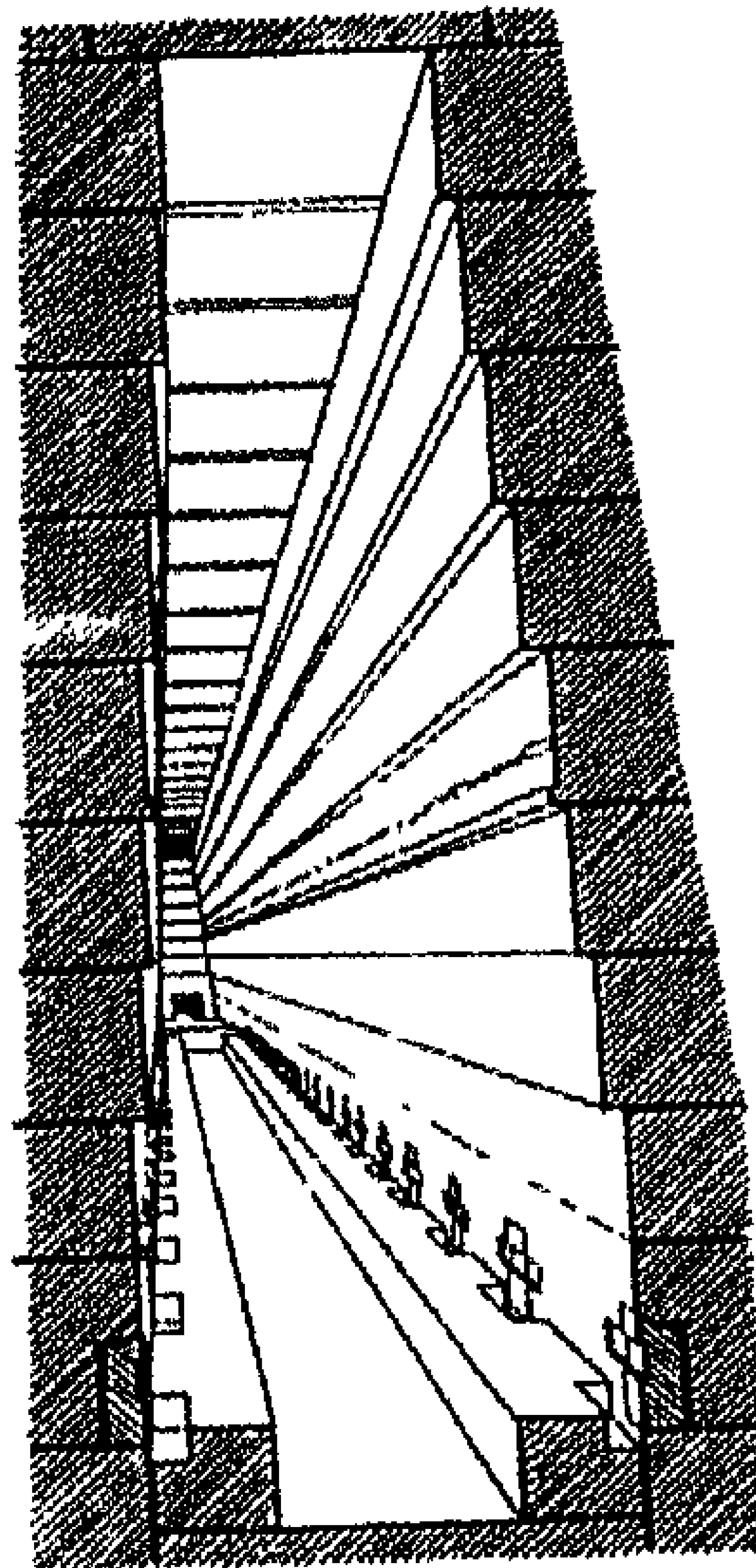
وتذكرنا مئذنة مسجد جاوو gao فى مالى بهرم زوسر المدرج.



شكل ٨٠: الهرم الأكبر فى الجيزة بنـاه الملـك خوفـو (خوفـو khufu، تشيوبس Chéops، خيوبس Kheops)، ثانى ملوك الأسـرة الرابعـة (حـوالى عام٢٦٥٠ ق. م). ويبلغ طول الهرم الأكبر 146,60 متر، وطول ضلعه 230,90

متر، وتغطى قاعدته مساحة قدرها أكثر من٥ هيكتارات. وهذا الهرم يعتمد الآن على ٢١٠ مدماك assise، الأول منها فى القاعدة ارتفاعه ١,٥ متر، والثانى ١,٢٥ مترا، والثالث والرابع بين ١,٢٠ و١,١٠ مترا. وكلما اقتربنا من القمة لا يزيد متوسط الطول عن٠,٥٥ متر. ويبلغ سمك طبقة الفاصل joint بين كتل الأحجار المهولة والثقيلة، حوالى ١/٢,١ مم (يبلغ طول كتل الأحجار الدائمة لمدماك القاعدة ١,٥٠ مترا فى المتوسط، كما أن الكتل الأكثر طولا المتعلقة بذلك المدماك تزن حوالى ١٥ طنا فى المتوسط).

ونورد هنا انطباعات من يدعى فولنى Volney (١٧٥٧ – ١٨٢٠) أمام أهرامات مصر: ".. كم من مشاعر جارفة تستولى على الروح والقلب معا، وفى آن... انبهار، ورعب، وإذلال، وإعجاب، وتوقير"!!

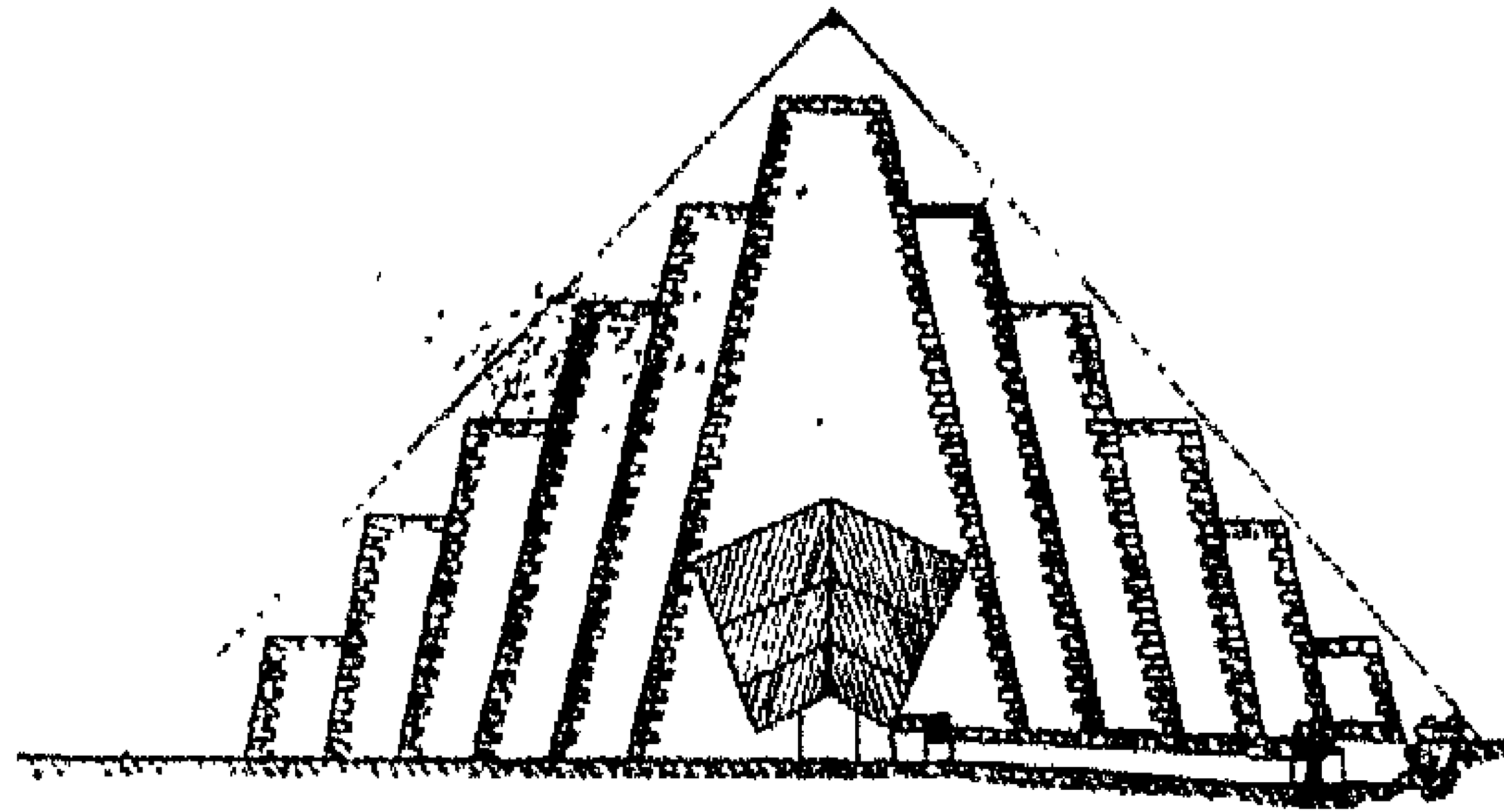


شكل ٨١: القاعة الكبرى فى هرم خوفو الأكبر (تشيوبس chéops)، عن أ. إ. إدواردز H.E. Edwards، مؤلف عديدًا من الكتب حول الأهرامات. وتعتبر تلك القاعة الكبرى مع غرفة الملك، من أكثر الإنشاءات المعمارية، التى تركتها الدولة القديمة، شهرة. وتحتوى على رواق couloir صاعد. بطول ٤٦مترا، وعرض ٧,٤٠ متر، وجدرانه من الحجر الجيرى المصقول بارتفاع ٢,٢٥ متر.

ولدى البروفيسور أبـــوبكرى موســـى لام Aboubacry Moussa Lam هذا التعليق الموفق:

".. وإذا كان ذلك هو واقع الحال، فهناك الكثير من الأهرامات، صاحب تلك الديانة (الإسلام) إلا أن الاسم رغم ذلك، ظل داخل نطاق اللغة تحت كلمات: بامول baamuule، وبولار pulaar (لهجة شمال السينغال)، وباميل bammel، وولوف Wolof(..) (اللغة السائدة فى السنغال). ولم تكن أهرامات فوتا Fuuta (منـــاطق فى غينيا والكونغو ومالى.. إلخ بها لهجات تحمل نفـــس الاســـم) مـــن الحجـــارة كالأهرامات المصرية، ولكن من الطين مثل تلك الموجودة فـــى ســـيرير Sereer (مناطق فى جامبيا وموريتانيا والسنغال تتحدث لهجات بنفس الاسم). وتلك المناطق الأخيرة، والتى لم تعتنق الإسلام، قد استمرت فى الواقع فى إنـــشاء الأهرامـــات: وكانت أسطح حفر الدفن تغطى بالطين وتتخذ شكل الهرم الناقص، وقد غدت مـــع الوقت "جثوة tumulus" (كومة من التراب أو مجموعة من الأحجار تتخذ شـــكلا مخروطيا فوق القبر). وفى فوتا، عثر على جثوات عديدة (أ.م. لام A. M. Lam، فى الأصل المصرى لبول De l'origine égyptienne des Peuls، بـــاريس، الوجود الأفريقى، Khepera، ١٩٩٣، ص. ٢٧٩).

لقد كانت الأهرام فى العالم القديم، ابتكارا مصريا أفريقيا أصيلا بكل ما فى المعنى من دقة.

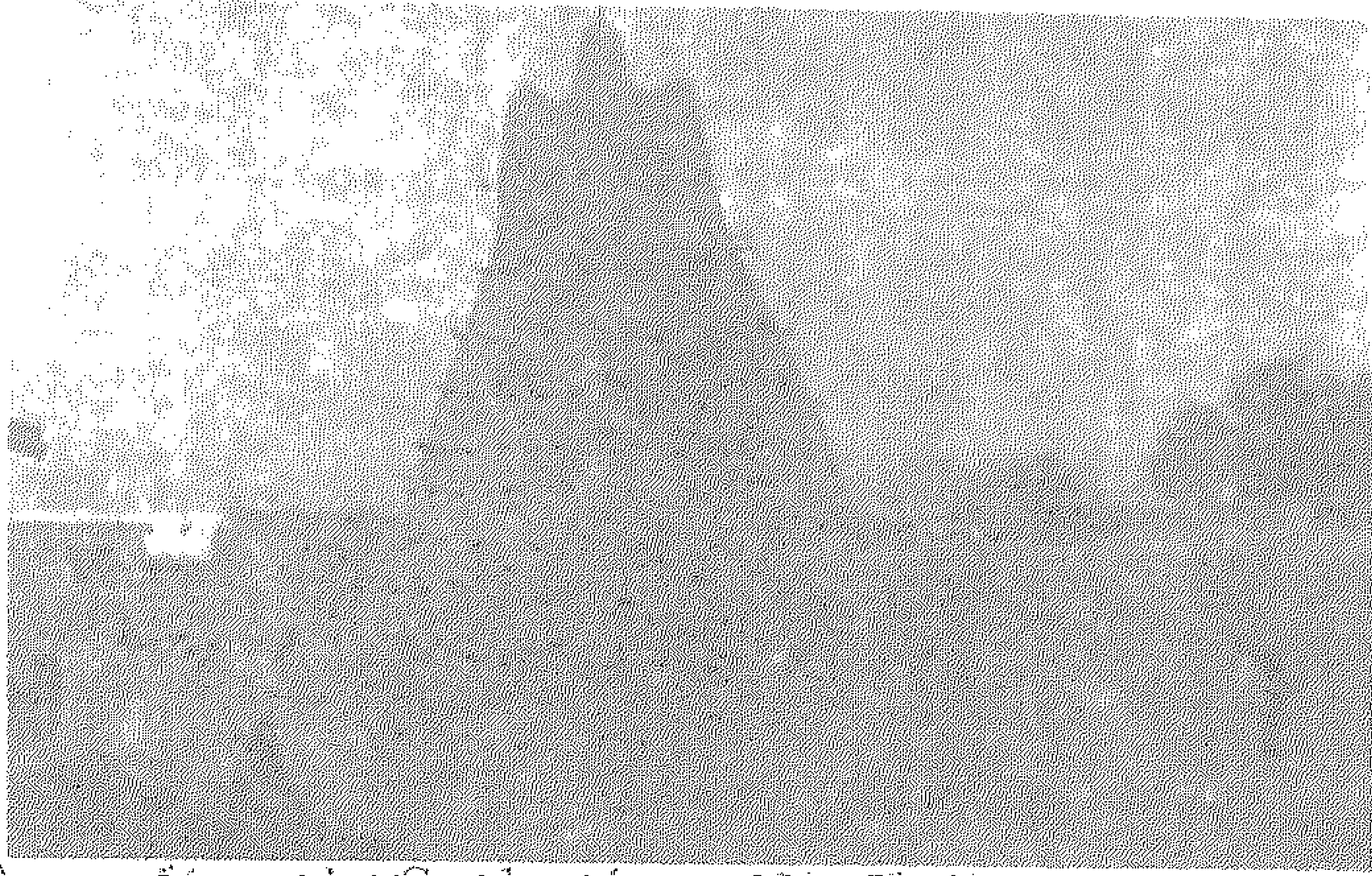


شكل ٨٢: مقطع فى هرم سحورا Sahoura (عن بوركهارت Bourchardt).

وهرم ساحورا، أحد ملوك الأسرة الخامسة (امتد حكمه فيما بين الأعوام ٢٤٤٢ - ٢٤٣٠ ق. م)، موجود فى أبو صير، شمال سقارة، وكان طول ذلك الأثر ٤٨ مترا، وقاعدته بطول ٧٨ مترا، وزاوية الميل حوالي 36′ 50°. والبناء الضخم من الداخل منفذ فى مراق gradins، باستخدام كتل من الحجر الجيرى الأصفر المحلى. إلا أنه قد تمت تكسيته فى تلبيسات سميكة مصقولة épais parement lisse من حجر طره الجيرى الأبيض.

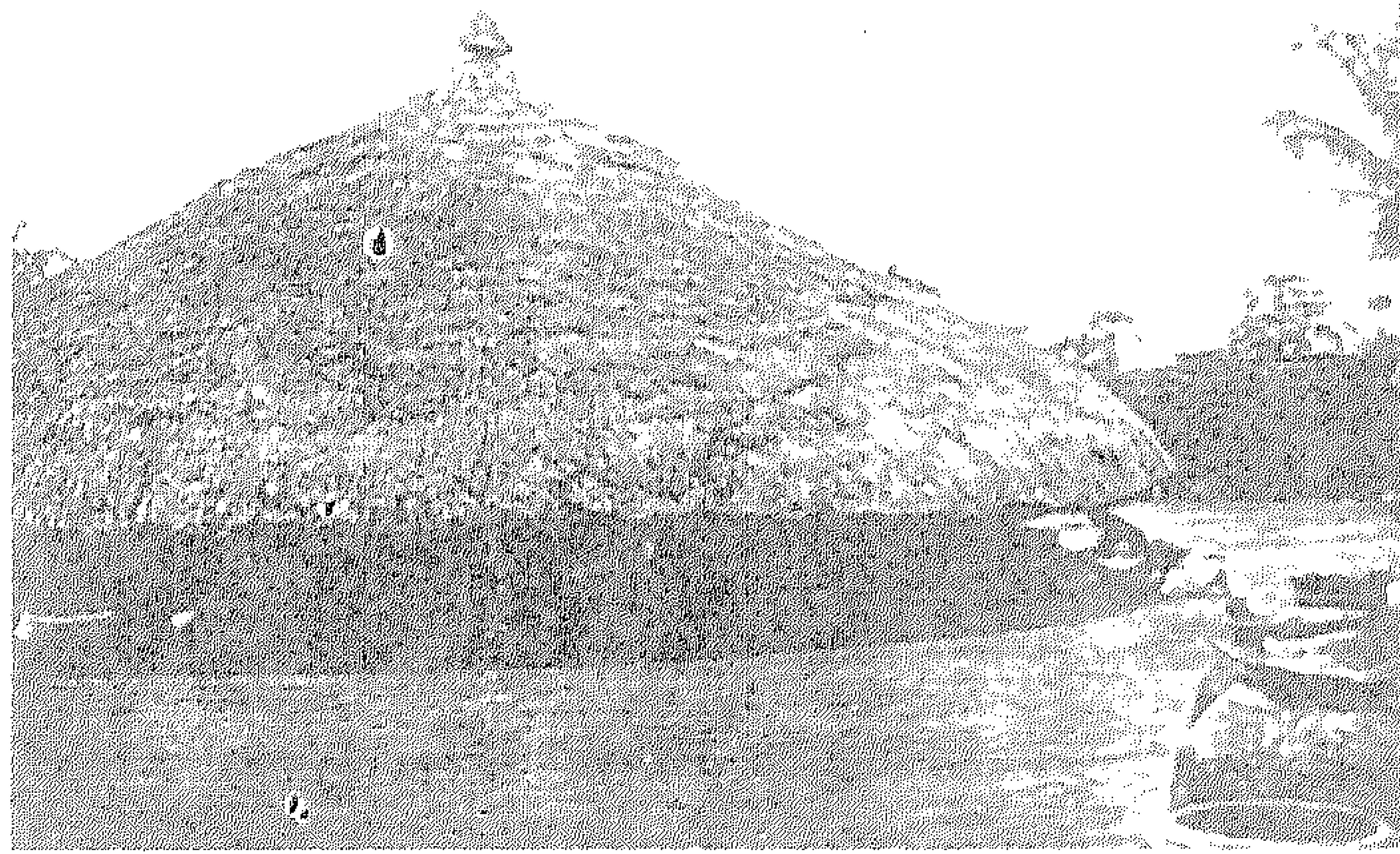


شكل ٨٣: أهرامات فى منطقة جبل بركال Gebel Barkal (المجموعة الشمالية) الحقبة المريوتية القرن الأول ق.م، السودان، النوبة، مملكة كوتش Kouch، الحقبة المريوتية (حوالى عام ٣٠٠-٣٥٠ ميلادية). وقد عثر على اسم الملكة ناويديماك Nawidemat داخل تلك الأهرامات. وكانت تلك الملكة قد دفنت فى الهرم رقم ٦ فى جبل بيركال، وكانت تحكم قبل منتصف القرن الأول ق.م، وتميزت فترة حكمها بنشاط فائق.



شكل ٨٤: مسجد – جامعة سانكورى Sankoré على هيئه هرم (الساحل الجوبى الشرقى). تم بناؤه فى القرن الخامس عشر وأعيد بناؤه كلية فى القرن السابع عشر. تمبوشتو Tombouctou– مالى. Cliché I.F.A.N. – C.52.937

إن الهرم هندسة وعمارة أفريقية أصيلة: الأهرامات المصرية، والأهرامات النوبية (السودان)، وأهرامات الساحل du sahel (كاسيس – أوبوس Cases – obus فى تشاد، والمساجد والجامعات فى مالى فى القرون الوسطى.. إلخ).



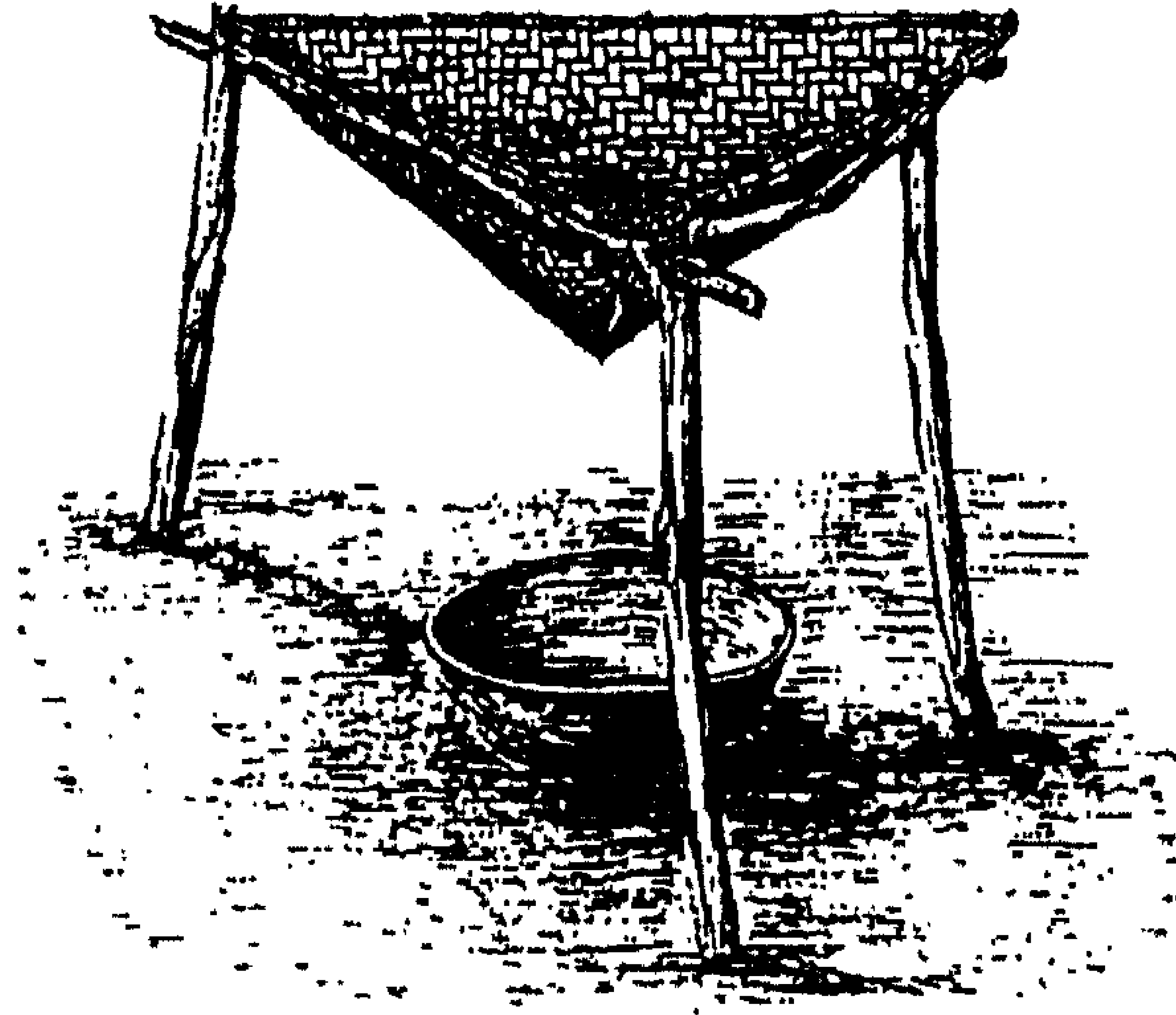
شكل ٨٥: قصر أبومى Abomy: مقبرة الملك جيوزو Guezo.

يظهر الشكل الهرمى لتلك المقبرة الملكية هنا بكل وضوح وجلاء، خاصة القمة الهرمية Pyramidion التى تهيمن على المقبرة كلها.

ولم تكن المقابر التى اكتشفت لحضارة ما بين النهرين والحضارة اليونانيـــة هرمية الشكل، كما كان من النادر أن تكون قممها هرمية. وكان الملـــك جيـــوزو (١٨١٨-١٨٥٨) واحدا مـــن أشـــهر حكـــام دانهـــومى Danhomé (داهـــومى Dahomy) فى النصف الأول من القرن التاسع عشر.

Traditio traditionis !!.

المصدر: ب. ميرســـيه P.mercier، حضـــارة بـــينين – الجمعية الدولية للطبعات الحديثة المصورة Civilisations du Bénin, Société Continentale d'editions Modernes Illustrèes، باريس، ١٩٦٢، ص٧.



شكل٨٦: يتخذ ذلك المنشأ هيئة هرم ثلاثى.

والشكل المرسوم عبارة عن قمع صنعه بعض الحرفيين فى شمال موزمبيق، باتباع الخطوات التالية:

أ) عمل حصيرة مربعة.

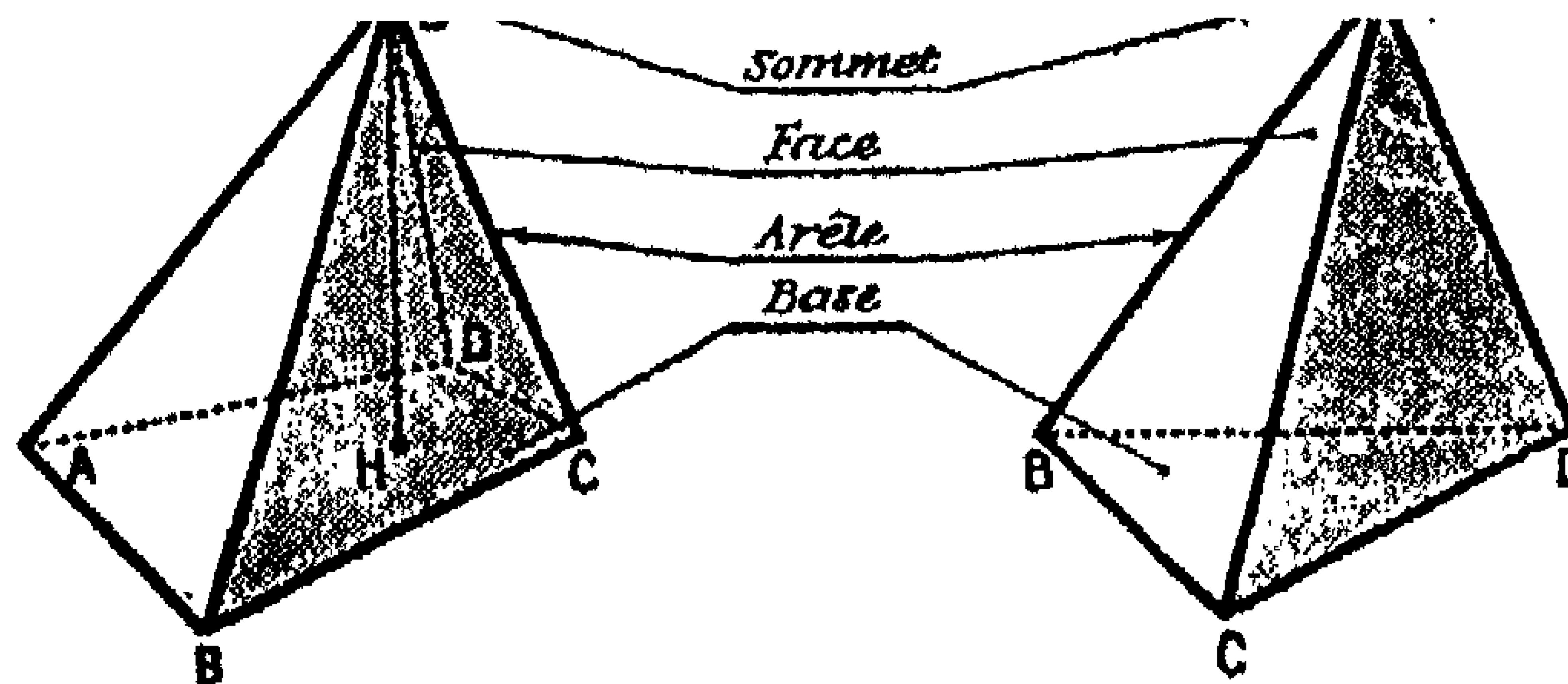
ب) عمل حواف رأسية وأفقية حتى تتخذ الحصيرة هيئة السلة أو "القفـــة"، بحيث يتجه مركزها لاتجاه القاعدة ليصبح قمة "القفة".

ج) تعديل ضلعين لضمان حافة ثابتة.

د) وأخيرا تتخذ السلة هيئة الهرم المثلث.

وهذا البيان كامل قد تم بمعرفة باولوس جيرد Paulus Gerdes، فى كتابه "الرياضيات الإثنية (العرقية) كمجال جديد للبحث فى أفريقيا L'ethnomathématique comme nouveau domaine de recherche en Afrique، موباتو، موزمبيق، المعهد العالى للتربية Institut Supérieur de Pédagogie، ١٩٩٣، ص٣٢ -٣٣. انظر الشكل على صفحة ٣٢،حيث تم استنساخه هنا (شكل ٨٦).

٢ - **تعريف رياضى.** الهرم هو متعدد سطوح Polyèdre يحده مضلع مستو، ومثلثات لها قمة خارجية مشتركة على مستوى المضلع.



شكل٨٧: الهرم.

المضلع ABCD هو قاعدة الهرم، والمثلثات SAB, SBC... هى الأوجه الجانبية Faces Latérales. والنقطة S هى القمة Sommet. والقطاعات SA,Sb.. هى الأضلاع. والمسافة SH من القمة إلى القاعدة هى الارتفاع.

٣ - لم تتضمن الرياضيات البابلية أى وصف للهرم، وعلى العكس تماما، وصفت الرياضيات المصرية القديمة الهرم بكل تفصيل ودقة، وهكذا:

مر، مير mr, mer ، هرم pyramide، شكل هندسى للمقبـــرة الملكية.

يس تبويت tbwt wh3 قاعدة الهرم: وهناك تجد (w$\underline{h}$3) باطن القدم، النعل، وصندل (tbwt) الهرم، بمعنى قاعدته.

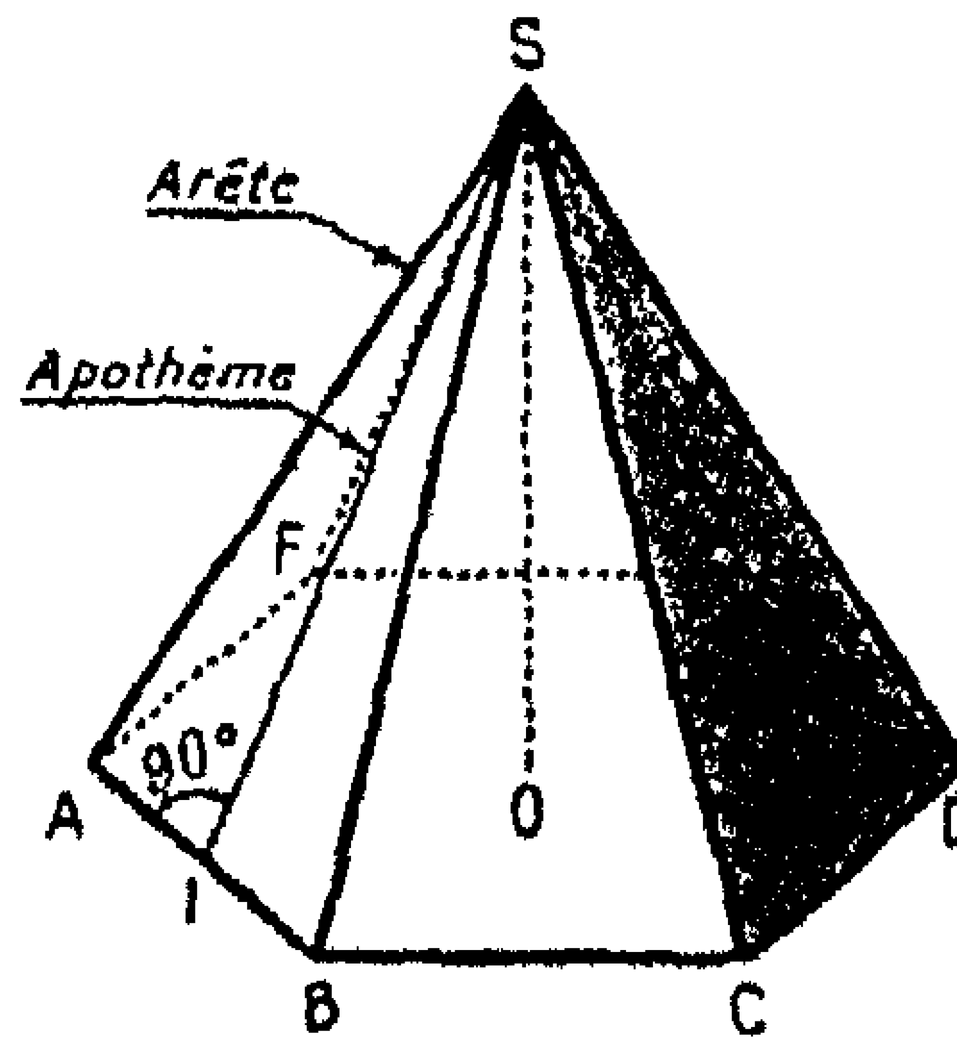
برى م ويس، بيـــرى إم أو س pri m ws, peri em ous، ارتفاع الهرم: ذلك الذى يصعد (برى pri) بقـــدر(م m) الفتحـــة (وس ws) والمدى أو الاتساع من القاعدة حتى القمة.

سكد، سكيد، skd, seked، ميل الهرم، انحدار ضلع الهـــرم، جنب.

٤ – **الهرم المنتظم**. يقال للهرم إنه منتظم عندما:

أ – تكون قاعدته محدبة منتظمة régulière convexe.

ب – تنطبق قاعدة الارتفاع مع مركز القاعدة. وتكون الأضـــلاع الجانبيـــة للهرم المنتظم متساوية. كما تكون الأوجـــه الجانبيـــة SAB, SBC،... مثلثـــات متساوية الساقين متساوية أيضا.



شكل ٨٨: هرم منتظم

وتبعد الخطوط المائلة SA,SB,SC... بمسافات متساوية عن الكعب O للعامود SO: وهى متساوية، من حيث تتساوى الأضلاع الجانبية.

ولما كانت الأوجه الجانبية SAB, SBC, SCD... مثلثات متساوية الساقين ومتساوية أيضا، فلذا تكون بنفس الارتفاع. ويكون الارتفاع SI لأحد المثلثات المتساوية الساقين يكون هو العامد Apothème (خط عمودى ينزل من رأس هرم منتظم إلى ضلوع مضلع القاعدة) للهرم المنتظم.

٥ – هيرودوت وهرم خوفو الأكبر. كان هيرودوت Hérodote (حوالى ٤٨٤ – حوالى ٤٢٠ق.م)، والمولود فى بلدة هاليكارناس Hallcarnasse (آسيا الصغرى) مؤرخا يونانيا أطلق عليه لقب "أبو التاريخ "، وكان قد زار مصر، حيث روى أن بناء الهرم قد استغرق عشرين عاما. ونورد هنا وصف هيرودوت لذلك الهرم ".. إنه مربع، وله من جميع الأجناب واجهة مساحتها ثمانية بليترات Pléthres (البليتر وحدة مساحة يونانية قديمة)، وارتفاع متساو، وأحجاره مصقولة، ووصلاتها دقيقة ومحكمة، ولاتوجد هناك كتلة طولها أقل من ٣٠قدما.." (هيرودوت، II، ١٢٤).

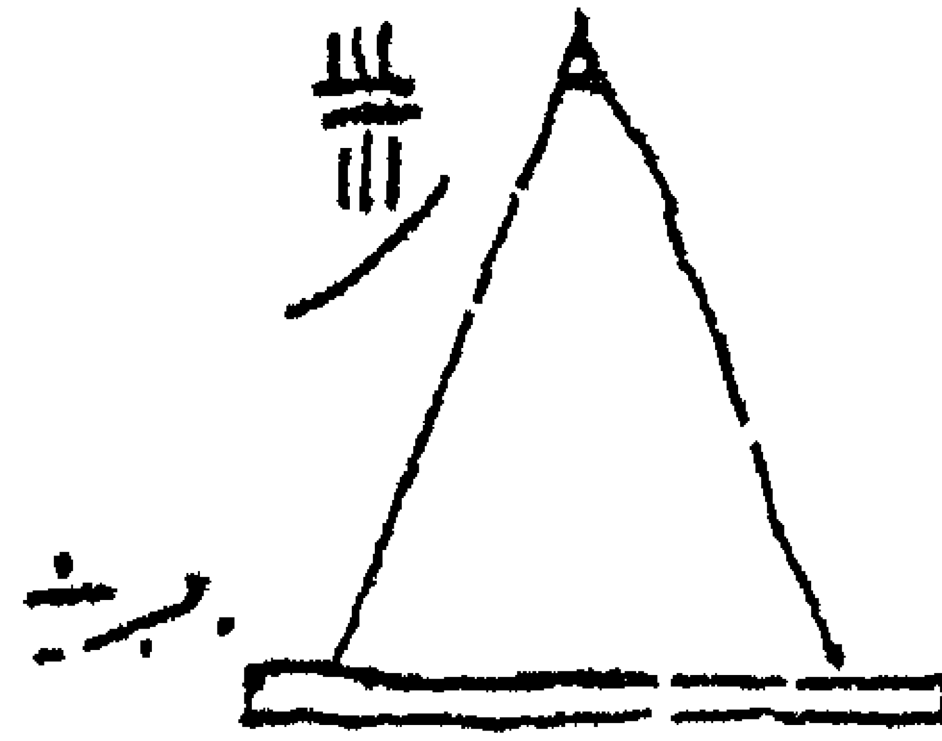
وهكذا كان هيرودوت يصف هرما منتظما له قاعدة مربعة (to tetragonon، "المربع"). ولكل الأجناب (Pantache)، واجهة (to metopon، "واجهة المبنى") مساحتها ثمانى بليترات plethra (okto plethra).

ولهرم خوفو الأكبر قاعدة مربعة طول ضلعها ٣٢٠,٣٥ مترا. والمقصود من كلمة "واجهة "front" أنها مساحة surface. وكان البليترا plethre المربع يساوى تقريبا ٩٠٠متر مربع. وبذا تكون مساحة كل واجهة جانبية، حسبما روى هيرودوت، ٧٢٠٠متر مربع تقريبا (٩٠٠×٨). ونحن نعرف أن الحجم التقريبى للهرم الأكبر يبلغ 2 600 000 متر مكعب.

والقدم اليونانى، كمقياس للطول، يساوى تقريبا ٠,٣ متر. ومن ثم فإن ٣٠ قدما تساوى ٩ أمتار. وطبقا لكلام هيرودوت، فلم تكن هناك كتلة حجر في الهرم الأكبر طولها أقل من ٩ أمتار. وربما يكون وزن الهرم الأكبر في حدود 000 500 7 طن.

والأوجه الجانبية لها نفس الارتفاع (hypsos ison، "ارتفاع مساوى"). وبذا فهى مثلثات متساوية الساقين ومتساوية.

ولقد كان اليونانيون القدماء يعتبرون الهرم الأكبر واحدا من عجائب الدنيا السبع. وما يثير دهشة المعماريين والمهندسين المحدثين دائما هو التفكير فى الكيفية التى بنى بها عمال عاديون تحفة من الحجارة يبلغ وزنها حوالى 000 500 7 طن على هذا النحو، وكان ذلك عام ٢٦٥٠ ق. م، تقريبا..!!



شكل ٨٩: مخطط لهرم فى مسألة هندسة (بردية راند، المسألة رقم ٥٨) يرجع تاريخها لعام١٦٥٠ ق.م وقاعدة وقمة الهرم عليهما علامتين. ويبلغ الطول 1/3 93 ذراعا، والقاعدة ١٤٠ ذراعا. ويبلغ الميل skd المطلوب ٥ أشبار و ١ إصبع.

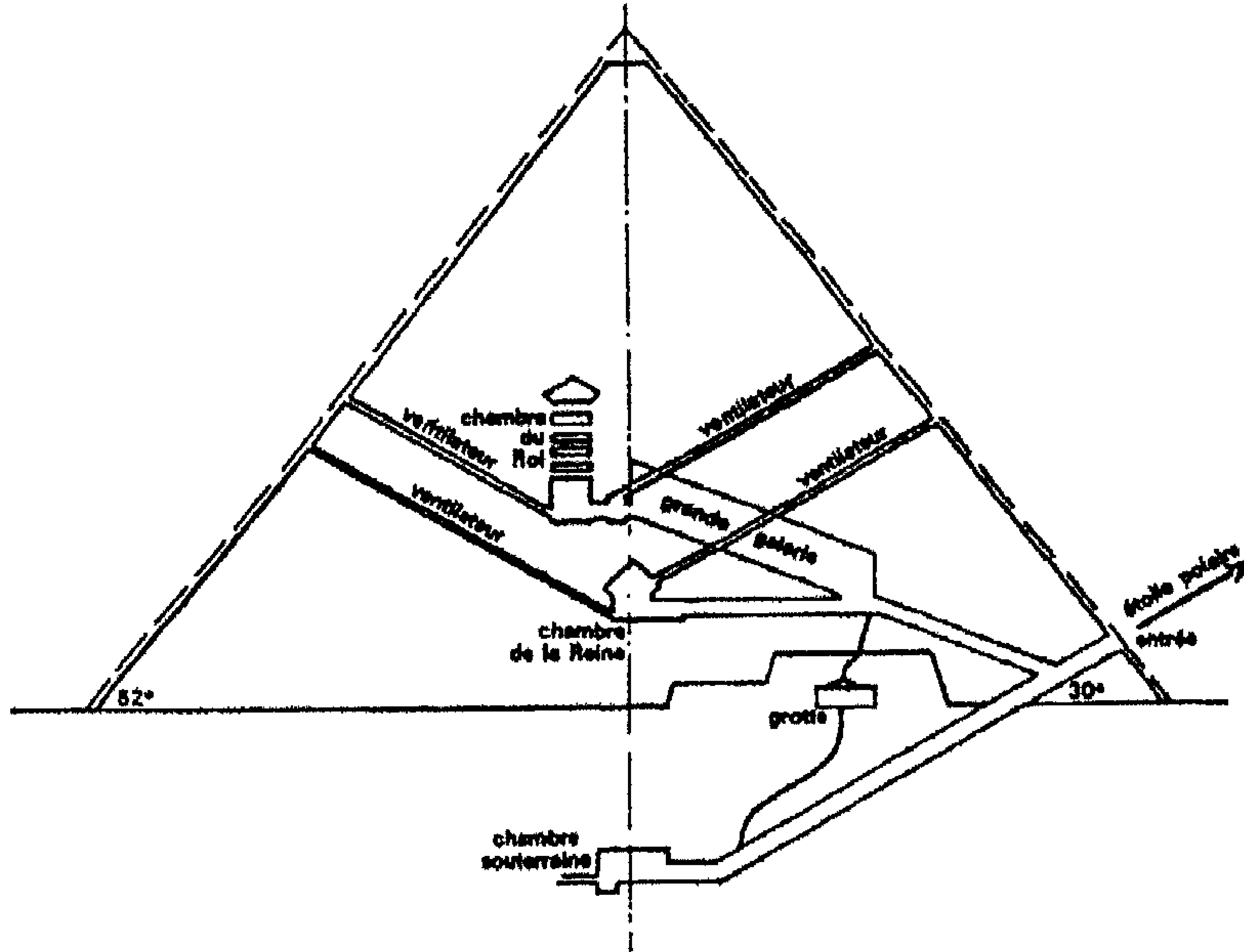
وصف الشكل رقم٩٠:

- الغرفة تحت الأرض (السرداب)، عبارة عن كهف بمستوى سطح الأرض، وعلى محور الهرم.
- مدخل الهرم على مسافة تساوى ١/١٢ من ارتفاع الهرم على الأرض.

● غرفة دفن الملكة (وهو ما يفكر فيه المرء عادة) على مسافة تبلغ ١/٦ الارتفاع صعوداء وعلى محور الهرم.

● غرفة دفن الملك خوفو خارج محور الهرم وتقع عند ثلث الارتفاع.

● وقرب القمة، فوق غرفة الملك، هناك خمس غرف منخفضة ومتوازية، وظيفتهم الأساسية حماية غرفة الملك من الانهيار فى حالة وقوع هزات أرضية.



شكل ٩٠: مقطع فى الهرم الأكبر

- وتحتوى غرفة الملك على تابوت من الجرانيت الأحمر، بدون غطاء، أكبر من رواق المدخل، وطوله من الداخل ١,٩٧متر.

- نظام تهوية (قنوات) يصل غرفة الملك بالهواء الطبيعى.

- "لقد امتلك المصريون القدماء مهارة عظمى فى ميكانيكية العمارة" (جان لوى برنار Jean – Louis Bernard – فى أصول مصر des Origines de l'Egypt، باريس، روبير لافون Robert Laffont، ١٩٧٦، ص.٩٥، ٩٦).

٦ – الهرم الناقص Tronc de pyramide. الهرم الناقص هو ذلك الجزء من الهرم الواقع بين القاعدة وبين قطاع أنشأه مستوى مواز للقاعدة.

ويكون الهرم المقطوع منتظما، عندما يقطع مستوى مــواز للقاعــة هرمــا منتظما.

وتكون قواعده مضلعات منتظمة. والواجهــات الجانبيــة أشــباه منحــرف متساوية الساقين. كما يكون طول أحدهما هو عامد apothème الهرم المقطوع.

وتتماثل قواعد الهرم المقطوع. وتكون المسافة بين القواعد هى ارتفاع الهرم المقطوع.

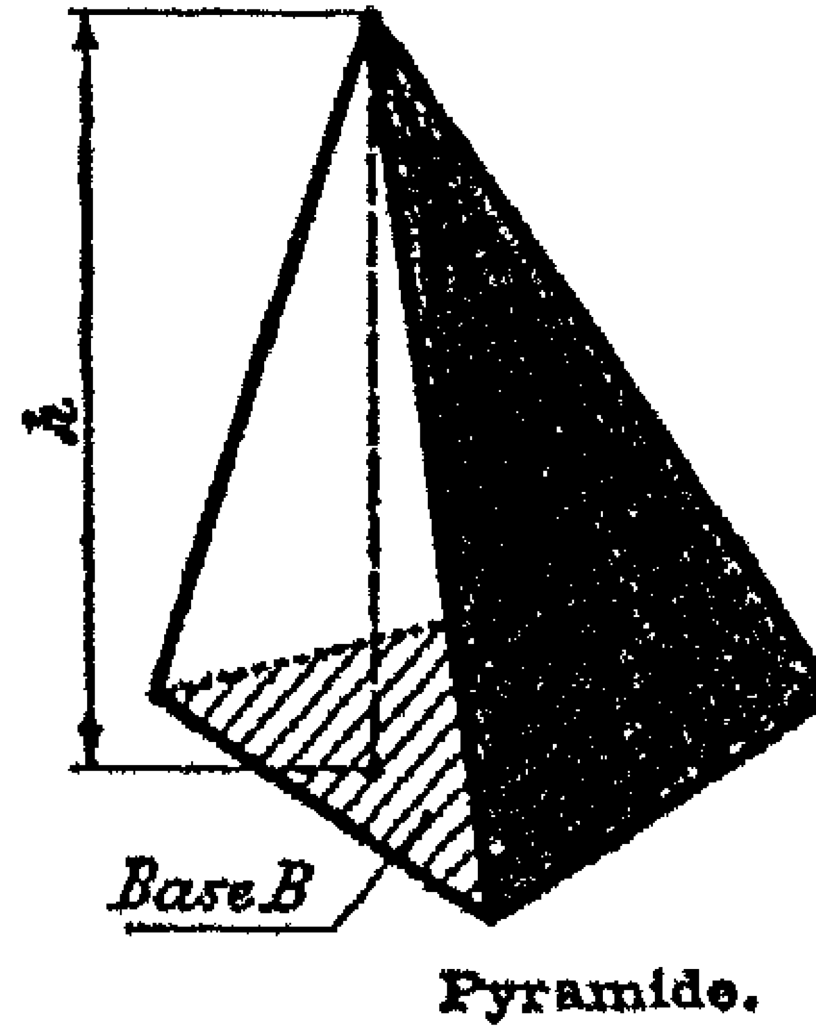
ولقد كان الرياضيون المصريون القدماء يحيطون إحاطة تامة بكــل تلــك الخصائص للهرم المقطوع، بحيث كانوا يجرون حسابات مــسألة بقــدر صــعوبة حساب حجم الهرم المقطوع، بدقة ووعى وبراعة.

وقد يكون من غير اللائق القول بأن المصريين القدماء لم يكونوا يعرفــون سوى حساب حجم الهرم الناقص، ولم يعرفوا كيفية حساب الهرم الكامل، إن ذلــك كان سيعتبر كلاما لا معنى له، وخاليًا تماما من أى منطق فى الرياضيات، ولنقولها مرة أخرى، فالذى يقدر على الأكثر يقدر على الأقل.

وبالإضافة للحقيقة المادية لأهرامات مصر، ".. فقــد أرادت المــصادفة أن ينجو التعبير، الأكثر تشعبا وشمولا على المستوى التحليلى، والأشد منعة، مــن أن يُلقى فى زوايا النسيان، وذلك بفضل البرديات النادرة، والتى صمدت فــى وجــه أعمال التخريب التى قام بها الغزاة..". (الشيخ أنتا ديــوب Cheikh Anta Diop، الحــضارة أو البربريــة Civilisation ou Barbarie، بــاريس، Présence Africaine، ١٩٨١، ص.٣٠٠).

ومن الواضح أن حساب حجم الهرم الناقص يحمل معه ضمنا بطبيعة الحال ipso facto، معرفة بطريقة حساب حجم الهرم الكامل.

٧ – **حجم الهرم:** يساوى حجم الهرم ثلثى حجم القاعدة فى الارتفاع:



شكل ٩١: حجم الهرم

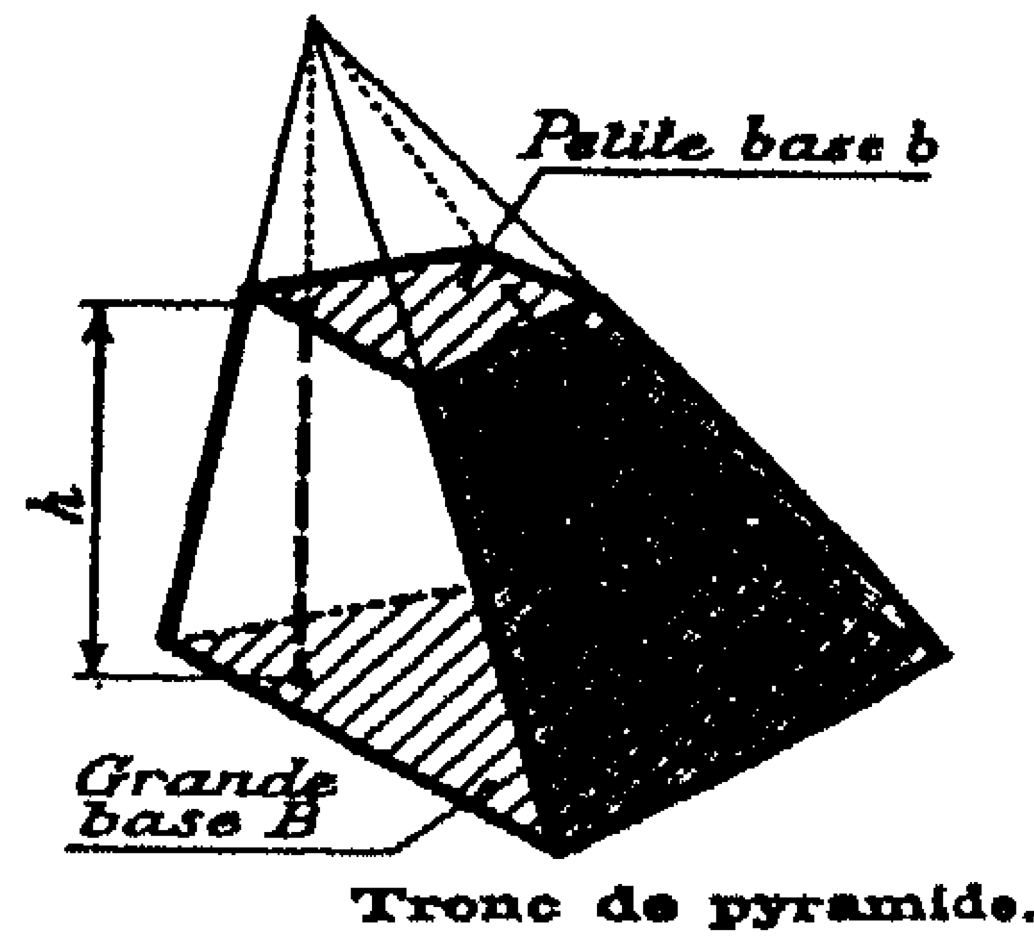
$$V = h/3\ a^2$$

وأيضا (وهذا نفس الشيء)

$$V = \frac{B \times h}{3}$$

ويساوى حجم الهرم الناقص مجموع أحجام ثلاثة أهرامات يكون ارتفاعها المشترك مساويا لارتفاع الهرم الناقص، وقواعدها بالتبادل، القاعدة الكبرى والصغيرة والمتوسطة، متناسبة بين القاعتين (للهرم الناقص):

$$V = 1/3\ Bh + 1/3\ bh + 1/3\ \sqrt{Bb} \times h$$



شكل ٩٢: حجم الهرم الناقص

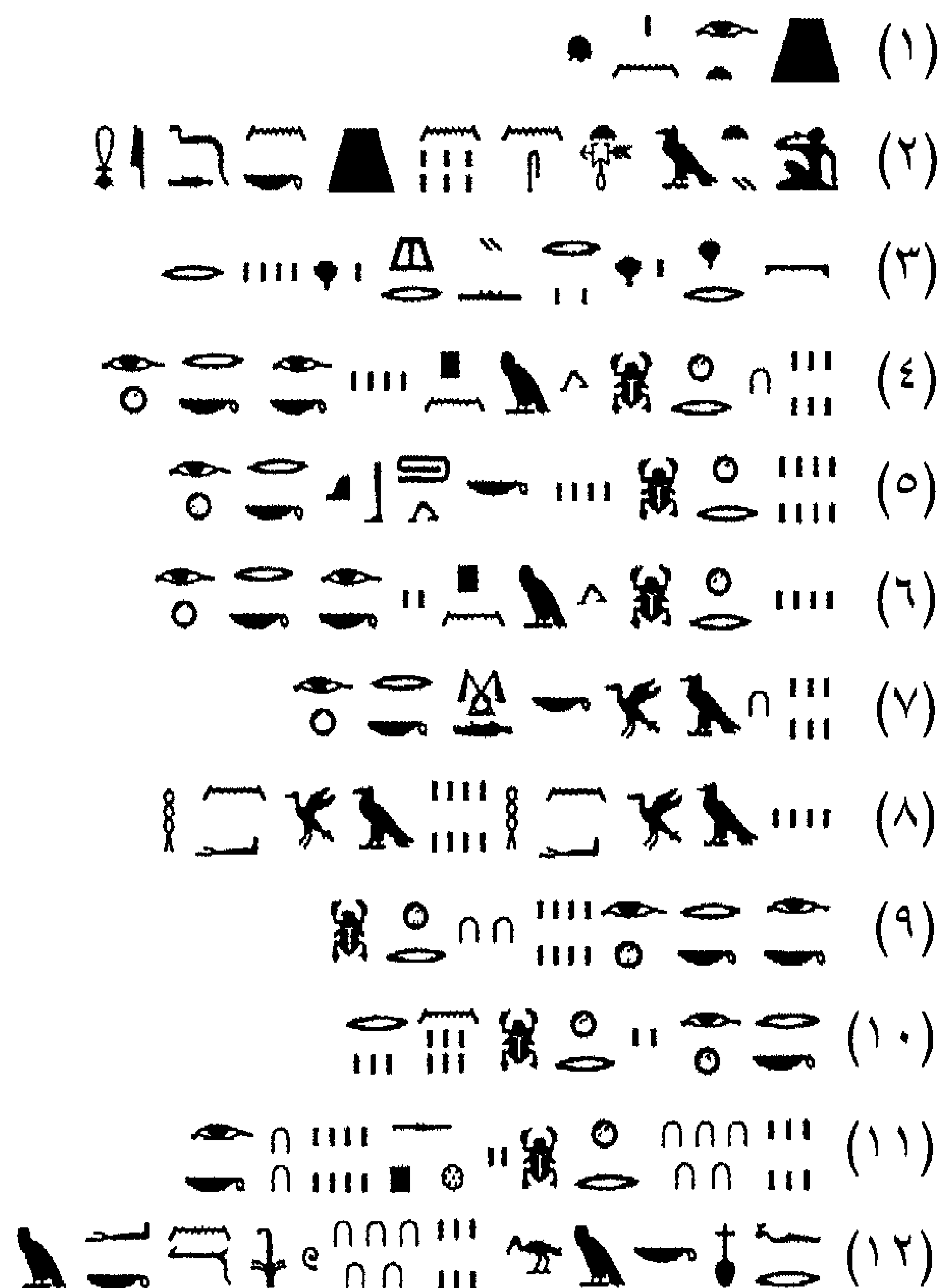
حيث الصيغة كالتالى:

$$V = \frac{h}{3} (B + b + \sqrt{Bb}).$$

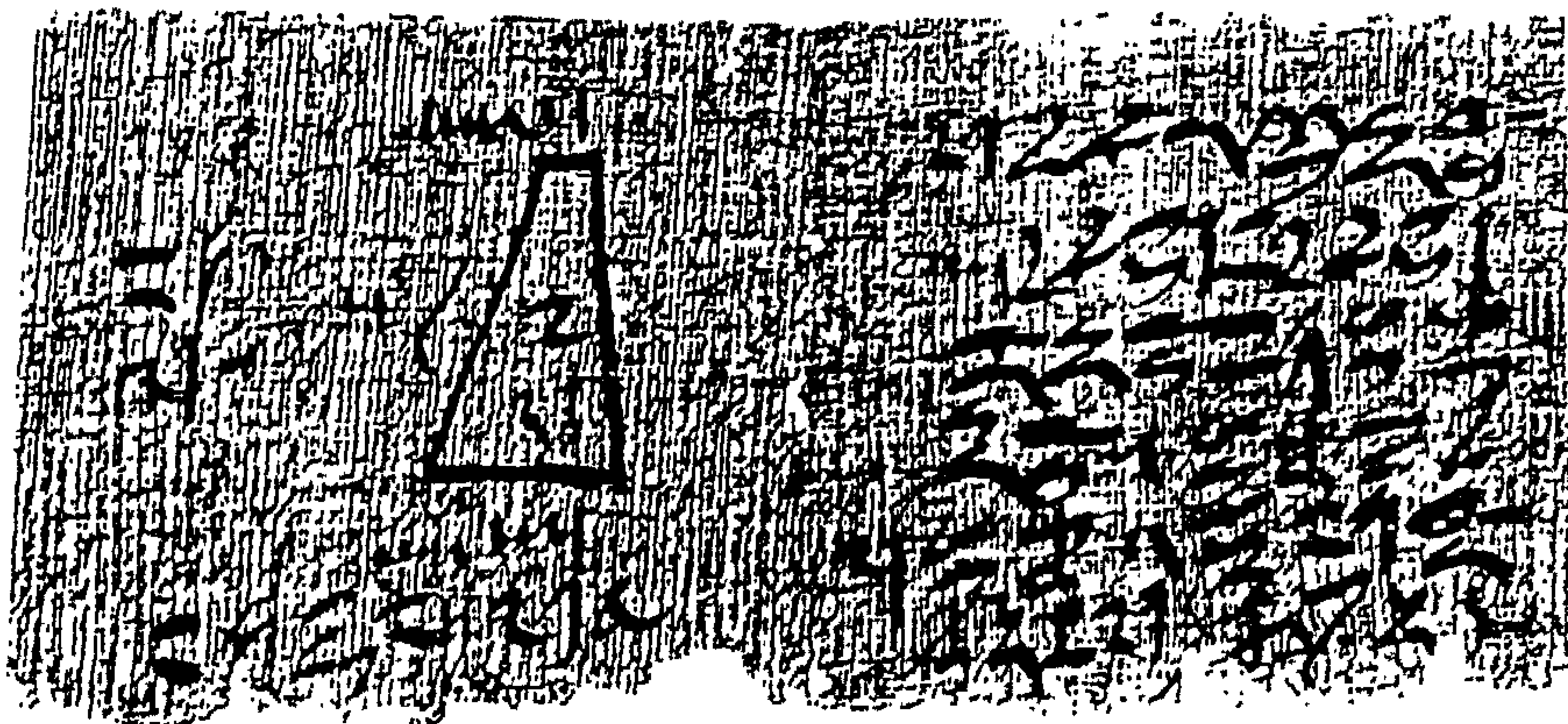
وأيضا (والأمر سيان)

$$V = \frac{h}{3} (a^2 + ab + b^2).$$

٨- وتختص المسألة رقم ١٤ فى بردية موسكو، بحساب حجم هرم ناقص:



وقد أوضح الكاتب بكل دقة معطيات المسألة عن طريق استخدام شكل الهرم الناقص



شكل ٩٣: حساب حجم الهرم الناقص، وفى مصر القديمة حوالى عام ١٨٥٠ ق. م. كانت الحلول هناك. ومثل تلك المسألة، هل فى استطاعتها أن تكشف عن التجريبية.. وكيف؟

المصدر: ف.ف.شتروفه W.W.Struve – بردية الرياضيات فى متحف الدولة بموسكو (mathematischer Papyrus des staatlichen Mueseums der Moskau) – ظهرت فى كتاب "دراسات فى تاريخ الرياضيات.. Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik.."، برلين الجزء الأول، ١٩٣٠، وتلك المسألة رقم١٤: السطور السبعة الأخيرة "..يظهر الهرم فى الرياضيات اليونانية فى الكتاب رقم ١١من مبادئ إقليدس، أى فى حوالى عام ٣٠٠ ق.م، أما فى مصر القديمة فقد ابتُكر الهرم رياضيا، وتمت دراسته، وتم تحقيقه على أرض الواقع فى العمارة منذ الدولة القديمة (١٧٨٠ – ٢٢٨٠ق.م).

الترجمة:

(١) مثال (تب tp) ل (ن n) حساب (إرت irt) لهرم ناقص.

(٢) إذا كان لديك (مى دد ن.ك mi dd n.k): هرم ناقص ارتفاعه ٦ أمتـــار (ن٦ ن ستوتى n 6 n stwty).

(٣) من ٤ (ر٤ r4) الموجودة أسفل (خرى r<u>hy</u>: القاعدة الـسفلى، وهــى القاعدة الكبرى) ومن٢ (ر٢ r2) إلى (خر hr) الجزء الأعلـــى (خـــرى hrw: القاعدة العلوية، وهى القاعدة الصغرى).

(٤) ستقوم بالحل بحيث يمكنك أن تقوم بتربيع الرقم ٤ (إرى. خر.ك إر.ك ٤ بن مى iri.hr.kir.k4 pn mi). والنتيجة ١٦ (حبر – خر ١٦ hpr – hr 16 -: ليصبح ذلك ١٦).

(٥) ستقوم بالحل بحيـــث (إرى.خـــر.ك iri.hr.k) يمكنـــك تـــضعـــيف ٤ (كاب.ك ٤ k3b.k 4).

وتكون النتيجة ٨ (خبر – خر ٨ hpr-hr8).

(٦) ستقوم بالحل بحيث (إرى.خر.ك iri. hr.k) يمكنـــك تربيـــع الـــرقم ٢ (إرى.ك ٢بن مى iri.k 2 pn mi). وتكون النتيجة ٤ (حبـــر–حـــر ٤ hpr-hr 4: وهو ما يصبح ٤).

(٧) ستقوم بالحل بحيث (إرى.خر.ك iri.hr.k) يمكنك أن تجمـــع (دمـــد.ك dmd.k) هذا الرقم ١٦ (با p16).

(٨) بهذا الرقم ٨ وبهذا الرقم ٤ (خن با ٨ خن با ٤ hn p3 8 hn p3 4).

(٩) النتيجة ٢٨ (حبر – خر ٢٨ hpr-hr 28: وهذا يصبح ٢٨)

(ثم) ستقوم بالحل بحيث:

(إرى.خر. iri.hr.k) يمكنك حساب (إرى ك iri.k).

(١٠) ١/٣ (ر-ا r-3) ل (ن n) ٦. النتيجة ٢ (حبـر- حـر ٢ hpr-hr2: وهو ما يصبح ٢).

(ثم) ستقوم بالحل بحيث أن (إرإ.خر.ك iri.hr.k).

(١١) قد يمكنك حساب ٢٨ (إرإ.ك iri.k 28 ٢٨) مرتين (سب ٢ sp2). النتيجة ٥٦ (خبر- خر ٥٦ hpr-hr56: هذا يصبح ٥٦).

(١٢) أرى ! (مك mk) هذا (حقا) ٥٦ (نى- سو ٥٦ ny – sw 56). لقد وجدت ذلك صحيحا (غم.ك نفر gm.k nfr: لقد وجدت تماما، أن إجابتك مدهشة).

– تدقيق بعض المبادئ الرياضية، كما تظهر فى النص المصرى نفسه. العلامة ليست محددة. والعلامة الكاملة "للهرم" هى ، م ر mr والعلامة تشير إلى "الهرم الناقص". وطبقا لما يقتضيه توازى الأشكال، فإن التعبير"هرم مقطوع" يجب أن يكون: خكت نت مر.hkt nt mr، "جزءًا من هرم"، "هرم ناقص" مثلما: خكت نت اخت.hkt nt 3.ht، "جزء من مستو". والمقصود تماما المقطع الذى يحدثه مستوى مواز للقاعدة. والكلمة ستوتى stwty، سيتوتى setouty، تعنى "ارتفاع" الهرم الناقص، بمعنى المسافة من قاعدة الجذع. وهو عامد apothème الجذع. وتتماثل قاعدتا الجذع. وتسمى القاعدة الكبرى خرى hry، أى القاعدة السفلية، القاعدة الموجودة أسفل الهرم الناقص. والقاعدة الصغرى تسمى ، وهى القاعدة الموجودة أعلى الهرم. ويترجمهما جيللينج Gellings على نحو جيد ب "القاعدة" و"القمة". ويعنى التعبير X إرى. خر× بن مى iri.hr × pn mi: "تربيع ×"، والمجموعة هى تنقحر translitérer (نقل حروف لغة إلى حروف لغة أخرى) مى mi X (إيرى × مى iri × mi، "قم بتربيع ×"). والتعبير اللغوى الاصطلاحى معروف بما فيه الكفاية. كما يجب أيضا

تنقحر هكذا: كاب k3b ؛ ويعنى هذا الفعل فى الواقع "تضعيف (الكميـــة). وعند ترجمة خبر – خر hpr – hr "نتيجة"، فإننا نتطابق مع القاعـــدة النحوية (جاردنر، قواعد النحو للغة المصرية القديمـــة Egyptian Grammer، § ٤٣١): خبر.خرم٤ hpr.hr m 4، "ستصبح ٤"، بمعنى "٤ ستكون النتيجة".

التعبير إيرى سب، إيرى سيب iri sp, iri sep، يعنى "اضـــرب multiplier":

إيرى ٢٨ ســـب ٢ iri28 sp 2 وهذا "اضـــرب ٢٨ فـــى ٢"، ٢٨ مـــرة (سب sp) ٢.

١ – بعد تلك الملاحظات ذات النسق الفلسفى، دعنا نقدم الكيفية التى حل بها الكاتب المصرى القديم تلك المسألة، حوالى عام ١٨٥٠ قبل الميلاد.

كانت المعطيات كالتالى: هرم ناقص ذو قاعدة مربعة، وبارتفاع ٦ (ارتفاع الجزء الناقص)، وضلعى القاعدة الكبرى٤، والقاعدة الصغرى ٢ علـــى التـــوالى. ولتكن: $a = 4, b = 2$ et $h = 6$

ويبدأ الكاتب المصرى بحساب a^2، وليكن ١٦، ثم ab، وليكن $4\times2 = 8$.

ثـــم يقوم بتربيع b، ولتكن٤. ويجمع $a^2 + ab + b^2$، وليكن حاصل الجـــمع ٢٨.

ويحصل على ثلث h:

$$2 = \frac{6 \times 1}{3}$$

ويضرب ثلث h $(h/3)$ فى $a^2 + ab + b^2$ ، لتكون النتيجة ٥٦ وهى حجـــم الهرم الناقص.

ويستخدم الكاتب طريقة تعتمد على تطبيق صارم ودقيق لصيغة رياضية لحساب حجم الهرم الناقص ذى القاعدة المربعة:

$V = h/3(a^2+ ab + b^2)$ حيث h هى ارتفاع الهرم الناقص (٦)، a، b، هما ضلعا القاعدتين السفلى والعليا (٤و٢).

والحسابات معقدة. فعندما اكتشف طاليس الميلاوى Thalès de Milet (حوالى عام ٦٤٠ – حوالى عام ٥٤٦ ق. م) أن: ".. كل قطر يقسم الدائرة إلى نصفين.." (وهو افتراض كان قد تعلمه بدوره فى مصر من قبل، حيث كان يجرى تقسيم الدوائر إلى قطاعات متساوية على جدران الآثار)، جرى العرف على اعتباره الممثل الأوحد، لصيغة عقلية جديدة فى الرياضيات، وذلك على مدار تاريخ التفكير العلمى للبشرية!!. إنها لعبقرية خالصة، أن يكتشف الرياضى المصرى، وحده تماما، ولأول مرة فى تاريخ البشرية، حوالى عام ١٨٥٠ ق.م، الصيغة الدقيقة لحجم الهرم الناقص مربع القاعدة، ولا يعنى ذلك مجرد المصادفة العمياء، أو بمحاولات تجريبية، أو تصرفات صبيانية، أو من خلال روح عملية مضادة للعلم، أو باتباع وسائل ما قبل الرياضيات Prémathématiques، ولا حتى من خلال ترهات فكرية niaiseries intellectuelles. وإذن فالمرء يدرك ذلك القدر الهائل من الانحياز والتحامل، والغياب الكامل للموضوعية عند بعض مؤرخى الرياضيات. ورغم ذلك، فهذا هو عالم مقتدر من مفكرى الحضارة الإغريقية القديمة مثل أرسطو Aristote، يظل مصرا دون هوادة على القول بأن ".. مصر وحدها هى مهد العلوم الرياضية، أى هو البلد الذى نشأت به، وتوطدت فيه دعائم تلك العلوم لأول مرة، وعلى نحو رفيع الشأن..".

والملاحظ أن المجتمع العلمى العالمى يقول نفس الشيئ، إلا أن متصلبى الرأى من المتحاملين، والأحكام الثقافية المسبقة a- periori culturels، وتحريفات الحقيقة التاريخية، فى أساليب غريبة على مناهج التربية والتعليم، يقودون المدارس غالبا إلى قراءة مزيفة لماضى البشرية.

١٠ – **تحديد وحساب زاوية ميل الهرم.** كـــان الرياضـــيون والمعمـــاريون المصريون القدماء يطلقون كلمة سيكيد seked,seqed على الزاوية التى تتكون من ميل Pente (الـــضلع l'arête) وقاعـــدة الهـــرم. وتتحدد قيمة تلك الزاوية بالعلاقة بين القاعدة الأفقية للهرم وارتفاعه.وهى زاوية حادة. ولقد كان المصريون القدماء يعرفون كيفية تحديـــد وحـــساب قيمة تلك الزاوية. وكان يتم تحديد تلك الزاوية بالأشبار. وفى اللغة الحديثة كان حساب المصريين القدماء يؤكد علـــى قيـــاس "ظـــل تمـــام الزاويـــة cotangente" التى تتكون من ميل الضلع على قاعدة الهرم.

وتحتوى بردية راند Rhind على خمسة مسائل تتعلق بحساب زاوية الميـــل "سيكيد". وكل تلك المسائل (من رقم ٥٦ إلى ٦٠). يصاحبها رسم لهـــرم بمعرفـــة الكاتب. والعرض الرئيسى لتلك المسائل غالبا ما يكون كالتالى، مثل بداية المـــسألة رقم ٥٦:

(١)

(٢)

(٣)

(٤)

الترجمة:

(١) مثال لحساب (تب ن نيس tp n nis). هرم (مر mr).

(٢) (الذى فيه) القاعدة(وخا تبوت wh3 tbwt) لها (ضلع) ٣٦٠,٠.

(٣) ٢٥٠ فيما يخص (م m) ارتفاعـــه (بـــرى م وس ن.ف pri m ws n.f: الارتفاع له).

(٤) ستعمل بحيـــث إن (ردإ. ك rdi.k) أعـــرف أنـــا (رخ.إ rh.i) ميلـــه (سكد.ف skd.f).

ويطلب الكاتب من التلميذ، فى تلك المسألة، أن يجيبه عما سيكونه ميل الهرم الذى تكون قاعدته بضلع ٣٦٠، وارتفاع ٢٥٠:

نيس nis، "حساب، مسألة".

مر mr، "هرم".

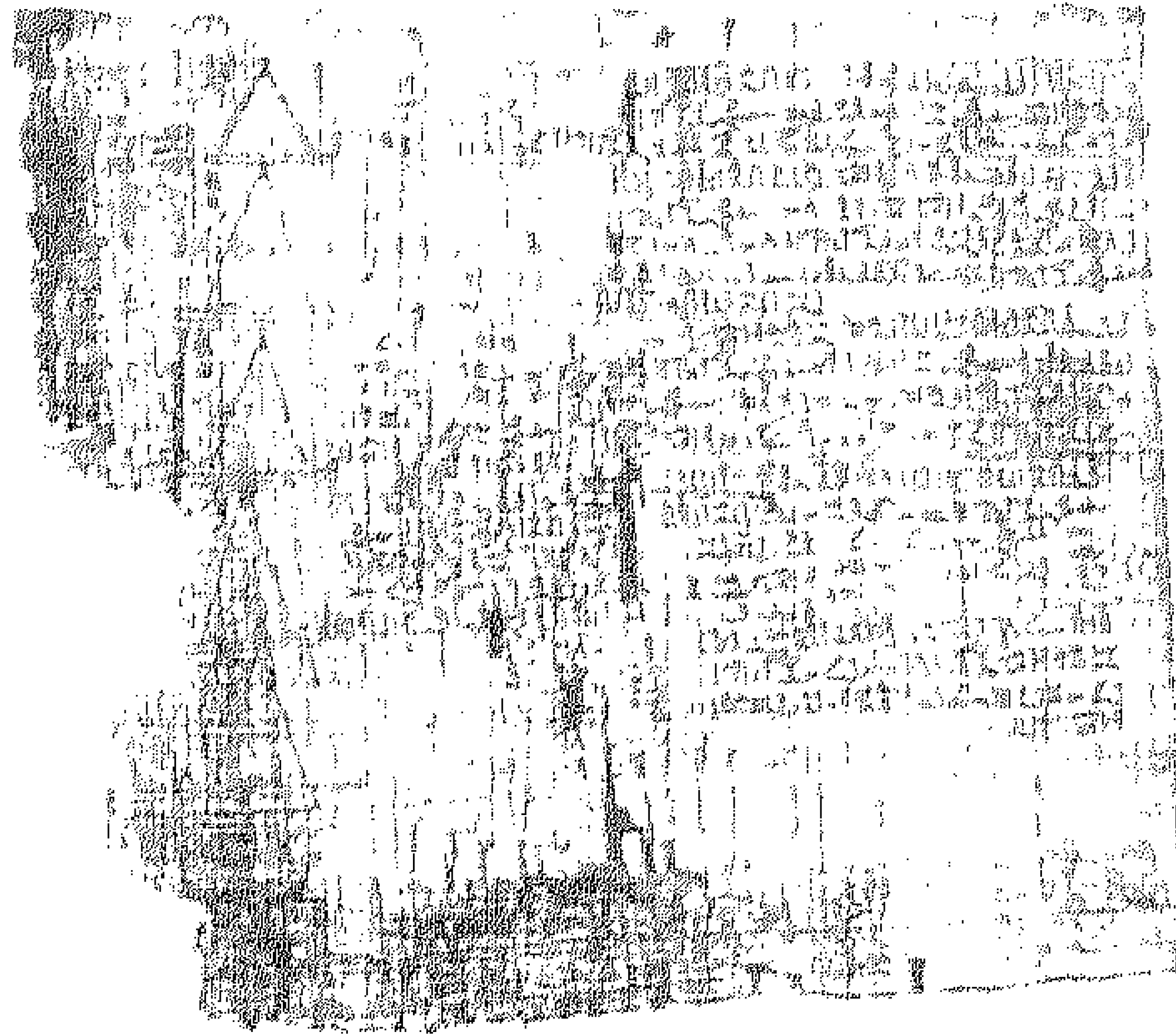
وخا تب وت wḫ3 tbwt، "قاعدة".

برإ م وس pri m ws، "ارتفاع".

سكد skd، "زاوية الميل "زاوية الميل".

رخ rḫ، "معرفة" بحق، بواسطة الحساب.

إذن فالأمر يتعلق بالمعرفة العلمية، وليس برأى أيا كان حول المحتوى. والعقل مُتضَمّن من البداية للنهاية فى ذلك اضرب من المعرفة. إنه موضوع معرفة بالحساب، عن طريق الاستدلال العقلى. والمحاولة الواجبة كانت فكرية، علمية معتمدة على الاستدلال العقلى تماما. ومحدد determinative الفعل رخ rḫ لفظ دلالى semanthème يختص بأنشطة مجردة وفكرية للفكر الإنسانى.



شكل ٩٤: بردية راند **Rhind** (حوالى عام ١٦٥٠ ق.م).

وتلك المسائل الخمس تعتمد على حساب المثلثات، مع الشكل المرسوم بمعرفة الكاتب نفسه. وتعتبر أول وثيقة رياضية فى التاريخ، تبحث فى حساب المثلثات.

ومن أعلى لأسفل: تبحث المسائل أرقام ٥٦، ٥٧، ٥٨، و٥٩ فى ميول الهرم، أى الزاويا التى تتكون بين الضلع وقاعدة الهرم. وهى زوايا حادة كان المصريون القدماء يعرفون كيفية حسابها على وجه الدقة بحساب ظل التمام. والمسألة رقم٦٠ تبحث فى زاوية ميل مخروط. (إون iwn).

سكد، سيكيد skd, seked – زاوية ميل الهرم (مر mr).

- زاوية ميل ضلع الهرم.
- زاوية ميل مخروط.

ويتم حساب ميل (سكد skd) الهرم (مر mr) مع معرفة قاعدته (وخا تب وت $w\underline{h}3$ tbwt) وارتفاعه (برى م وس pri m ws)، بضرب نصف القاعدة (غس ن ٣٦٠ gs n 360) فى ٧ وقسمة (واخ تب م غمت w3h tp m gmt) الناتج على الطول (٢٥٠)، وبذا تكون الصيغة التى استخدمها الكاتب المصرى القديم على النحو التالى:

$$Skd = \frac{a/2 \times 7}{H}$$

ويحصل الكاتب على الميل 5+i/25 (skd) شبر. وقد قام الكاتب فى الواقع بحساب ظل تمام الزاوية المطلوبة:

ظل تمام الزاوية ألفا $\cot \alpha = 180/250 = 1/2 + 1/5 + 1/50$

ثم يضرب النتيجة فى ٧ للتحويل إلى أشبار، لأن الذراع يساوى ٧ أشبار.

وإذن: فظل تمام الزاوية ألفا:

$$\cot \alpha = 7 \times (1/2 + 1/5\ i/50) = 5 \text{ palms } 1/25$$

أى خمسة أشبار و ٢٥/١.

وتلك النتيجة تعبر عن قيمة الزاوية. أى ظل تمامها.

$$\text{Cot a (alfa)} = 180/250 = 0{,}72$$

ومنه يتم حساب ألفا لتكون $54° 24'$ (٥٤ درجة و ٢٤ دقيقة).

أو $54° \quad 14' 46''$ (٥٤ درجة و ١٤ دقيقة و ٤٦ ثانية).

وبالتالى تكون قيمة زاوية ميل المسألة رقم ٥٦ فى بردية راند ٥٤ درجة و ١٤ دقيقة و ٤٦ ثانية.

وفى المسألة رقم ٥٧ من بردية راند، كانت القاعدة معطاهة (وخا تبوت wh̲3 tbwt): ١٤٠، والميل (سكد skd) = ٥ أشبار و ١ إصبع. فماهو طول الهرم؟ ونحصل عليه بقسمة ٧ على الميل سكد skd مع ضرب النتيجة فى نصف القاعدة، وبذا:

$$H = \frac{7}{skd} \times a/2.$$

وإذا قام الكاتب بتحويل قيمة الميل إلى أذرع، ثم إلى أشبار. حيث إن الميل يساوى الفرق بين الطولين الأكبر والأصغر لكتلة من الحجر طولها ذراع واحد على واجهة هرم.

وهكذا يؤكد ج. ف. لاور J.Ph. Laauer على أهمية زاوية الميل فى الإنشاءات الصرحية المصرية القديمة قائلا: "وهكذا كان المصريون القدماء يعرفون استخدام نسق كامل متسلسل من الميول شديدة التنوع والمحددة بعلاقات

بسيطة، وذلك بفن وتمكن وأستاذية، بالقدر الموجودة به تلك الميول فـــى جـــدران واجهات المعابد ومصاطب mastabas، للأهرامات، حيث كانـــت زوايـــة الميـــل تشكل العامل الأساسى، بما أنها تتحكم فى الطول نفسه للشاهد المعمـــارى، كـــذلك نسبه مقارنة بالقاعدة التى تـــم اختيارهـــا.." (جـــان ف. لاور J. – ph. Lauer، ملاحظات عن الأهرامات- القاهرة IFAO، ١٩٦٠، ص. ٩٧).

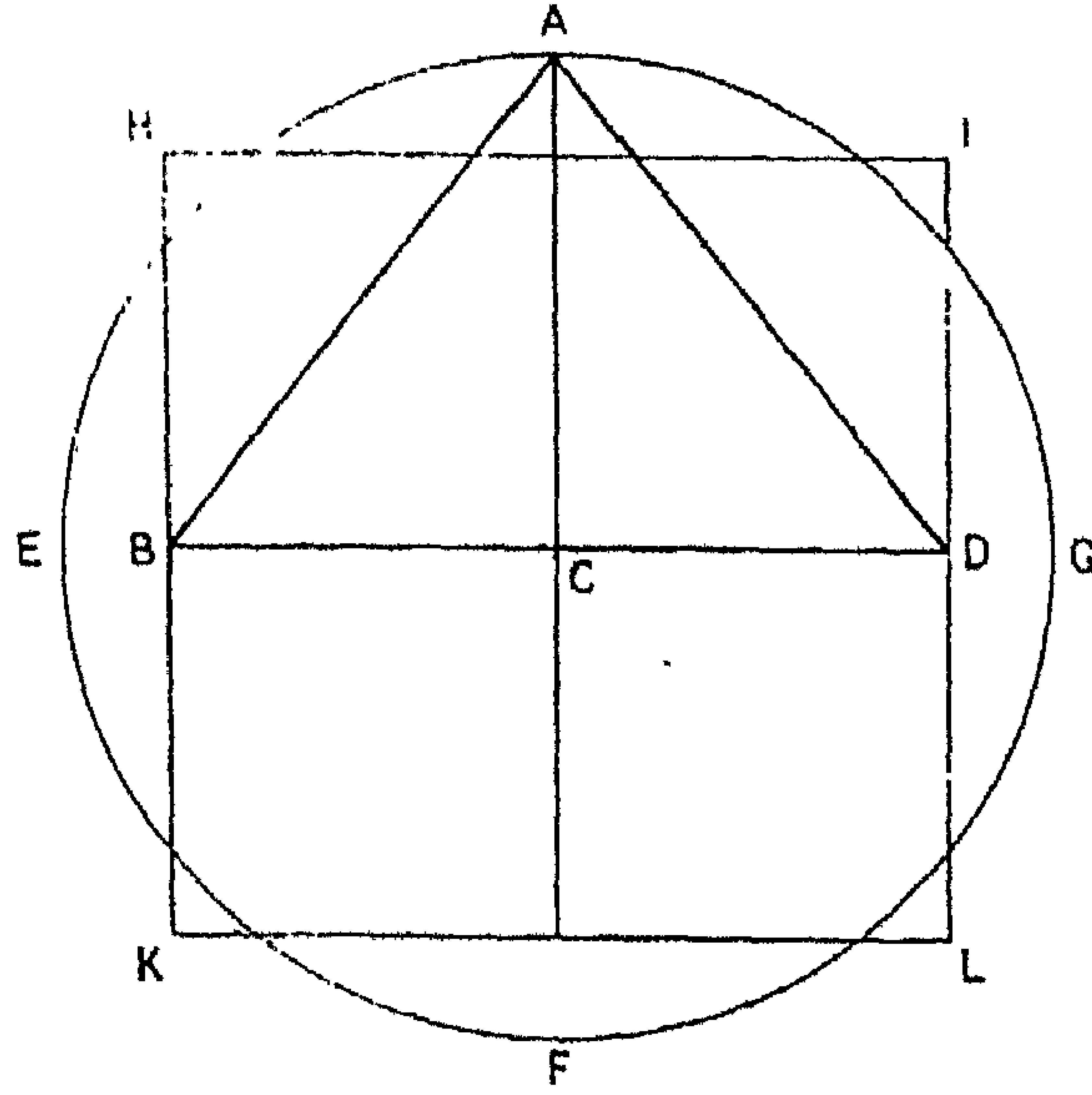
لقد كان المصريون القدماء يعرفون كل شيئ يخص الهرم، الصيغة الهندسية والمعمارية، بحيث كانوا أول من امتلك المبتكرات التالية، فى تاريخ البشرية:

- زاوية ميل ضلع الهرم (سكد skd).

• زاوية ميل الهرم، أى ميل العامد (العامود الساقط من رأس الهرم المنتظم إلى أحد أضلاع القاعدة).

- ظل وظل تمام زواياه على التوالى.
- حجم الهرم.
- حجم الهرم الناقص ذو القاعدة المربعة.
- عامد الهرم الناقص (ستوتى stwty).
- ارتفاع الهرم (برى م وس pri m ws).
- قاعدة الهرم (وخا تبوف tbwt wh3).
- القاعدة السفلية للهرم الناقص (خرى hry): القاعدة الكبرى.

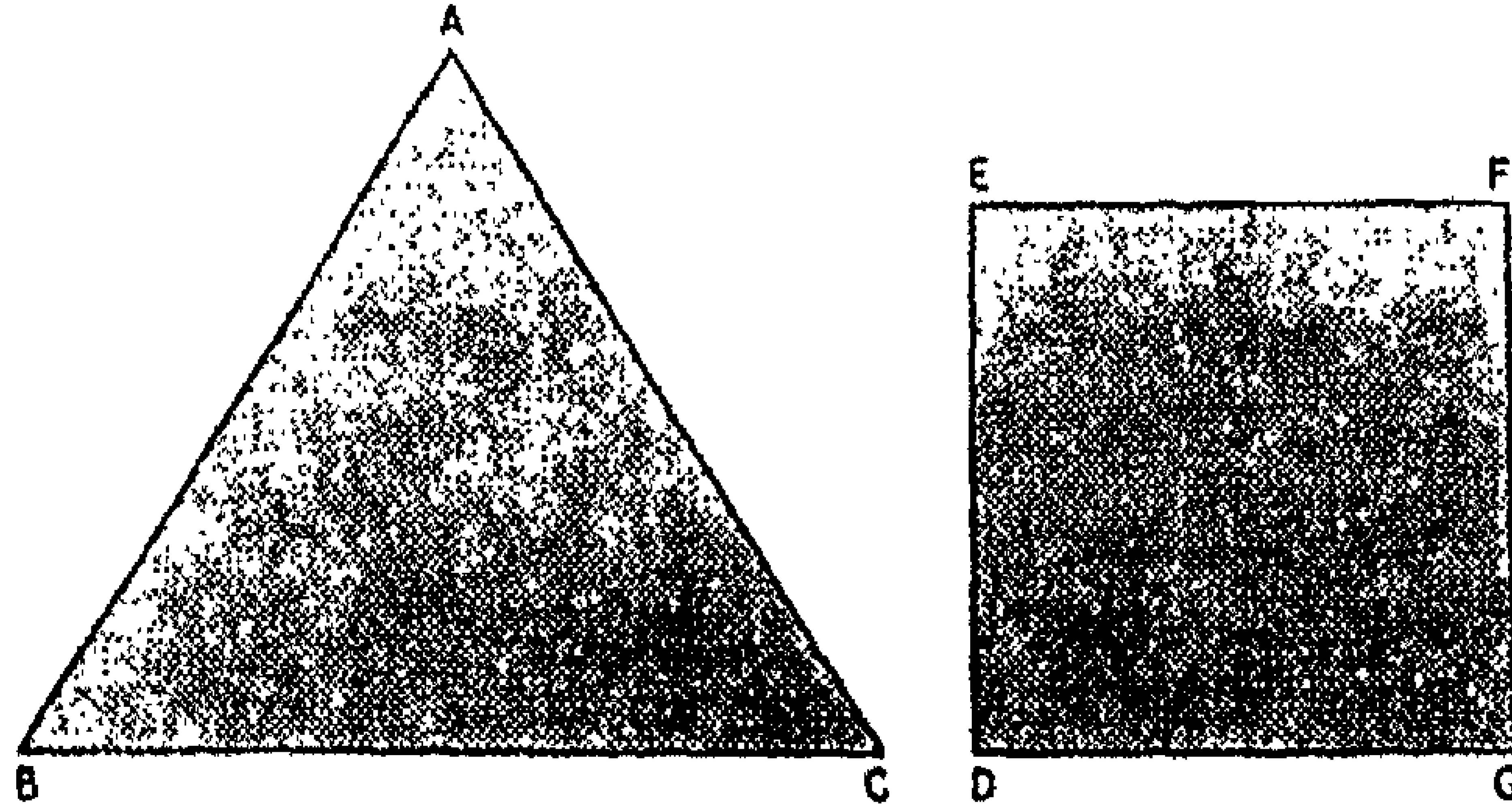
• القاعدة العلوية للهرم الناقص (خرى hry): القاعدة الصغرى. ومـــا مـــن، شعب من الشعوب القديمة فى أرض ما بين النهرين، أو منطقـــة البحـــر الابـــيض المتوسط كانت لديه معرفة بهذا القدر من الرقى والدقة عن الهرم خـــارج نطـــاق مصر الفرعونية. ولم يتم بناء أول هرم أوروبى، من الزجاج، فـــى فرنـــسا حتـــى نهـــاية القرن العشرين: "هرم اللوفر". إلا أنه كان بنفس التصور الذى أقـــيم عليـــه الهرم الفرعونى.



شكل٩٥ أ: العدد الذهبى nombre d'Or فى الهرم الأكبر

لقد كان ارتفاع الهرم الأكبر مساويا لنصف القطر AC.

من محيط الدائرة AEFG ، والذى له نفس طول محيط القاعدة HKLI.



شكل ٩٥ب: العدد الذهبى فى الهرم الأكبر المساحة ABC لإحدى الواجهات المثلثة للهرم الأكبر كانت مساوية، فى الأصل، للمربع الارتفاع DEFG للمبنى.

وجميع تلك الأشكال موجودة فى ذلك الكتاب القيم الذى بذل فيه إ. م. أنطونيادى A.M.Antoniadi جهدا طائلا، وهو بعنوان "علم الفلك المصرى L'Astronomie égyptienne"، باريس، صفحة ١٤٠- ١٤١، ١٩٣٤، وله مقدمة بقلم هـ. ديلاندر H.Deslandres، عضو المعهد.

ويقول ج. ف. لاور J.F. Lauer: ".. فى هرم خوفو، هناك تساوٍ ملفت للنظر بين المربع المنشأ على الارتفاع الرأسى ومساحة كل واجهة مثلثة، وذلك نتيجة لخاصية القطاع الذهبى section d'or.." (ج. ف. لاور J.F.Lauer – حول الأهرامات A propos des pyramides، "نشرة الجمعية الفرنسية للمصريات Bulletin dee la société Francaise d'Egyptologie"، رقم٢، أكتوبر ١٩٤٩، صفحة ٥٣. مؤكدة فى النص).

ومن الأوفق هنا أن نعيد التدقيق مرة أخرى: فعندما يدرس المرء، فى الهندسة على سبيل المثال، شيئا ما على هذا القدر من السمو والعظمة، فهو يقارنها ويقيس عليها، ويمكن القول إن المرء يجد نفسه كلية فى الرياضيات البحتة. فدراسة الهرم، ومعرفة التمييز بين الهرم الكامل والهرم الناقص، وحساب حجم الهرم الناقص، ومعرفة قياس زاوية الميل للهرم بالنسبة لقاعدته وارتفاعه، ومعرفة إيجاد ارتفاع الهرم بالنسبة للقاعدة وزاوية الميل، ورسم الأشكال الضرورية لكى تدعم عمليات التجريد الإيضاحية اللازمة للإستدلال المنطقى على أرض الواقع، يكون هناك ما يكفى من غطرسة بالتأكيد والكتابة (من قبيل الحاقدين) عن أن كل تلك الهندسة المصرية لا تعطى سوى "وصفات recettes" تقريبية (أندريه بيشو André Pichot، مولد العلم فى بلاد ما بين النهرين، ومصر La naissance de la science. I. Mésopotamie, Egypte، باريس، جاليمار Gallimar، ١٩٩١، ص.٢٦٠).

١١ – هرم خوفو الأكبر (تشيوبسChéops) والعدد الذهب. التعبيـــر "العـــدد الذهبى nombre d'or سواء كان كمية (فلكيـــة [*])، أو كميـــة رياضـــية مادية، تعزى إليه خواص جمالية معينة، فهو عدد أصـــم (لا جـــذر لـــه) irrationnel، وقيمته الدقيقة $\frac{\sqrt{5}+1}{2}$، أى حوالى 1,618.

وتعتبر تلك النسبة بوجه خاص نسبة جمالية، ويتم الإشارة للعـــدد الـــذهبى بالحرف اليونانى Φ (فاى) كحرف بداية majuscule، وبذا تكتب الـــصيغة علـــى النحو التالى:

$$\Phi = \frac{1}{2}\,(1 + \sqrt{5}).$$

• وهناك أشكال هندسية تتعلق بالعدد الذهبى، نجدها فى الآثـــار المـــصرية القديمة. وبعض من تلك الأشكال يقترب كثيرا من أشكال تتداخل مع أرقام أخرى، مثل النسبة التقريبية "ط".

وحسب ما يقوله أفضل عالم فى الأهرامات المصرية، جـــان فيليـــب لاور Jean – Philippe Lauer، فإن النسبة بين نصف محيط القاعدة، وارتفـــاع الهرم الأكبر تساوى: $3.1428 = \frac{22}{7}$، وهـــى قيمة تقتـــرب مـــن النسبـــة التقريبيـــة ط = 3.1416

وإضافة لذلك، فإن النسبة بين طول العامد l'apothème (العامود الـــساقط من رأس الهرم المنتظم على أحد أضلاع قاعدته) إلى منتصف ضلع قاعدة الهـــرم الأكبر تعطى هى الأخرى العدد الذهبى:

$$\Phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1.618$$

والمبدأ هو أن المصريين القدماء قد استخدموا العدد الذهبى داخل هرم خوفو الأكبر دون أن يعرفوه.

(*) يعنى المصطلح (nombre d'or) فى علم الفلك دورة قمرية مدتها تسعة أعوام.

ومن هذا المنطلق، ففن الهندسة قد ولد فى مصر. بلا جدال، فالعالم كله يعترف ويقر بوجود المثلث قائم الزاوية فى الهرم الأكبر: وهو معروف باسم المثلث المصرى. إن أطوال الأضلاع الثلاثة تكون متوالية هندسية بمنطق يساوى $\sqrt{\Phi}$. وإذن فإن صيغة ذلك المثلث قائم الزاوية تكون مثل نسبة الخط القطرى diagonale إلى الضلع الأصغر، وهى تساوى العدد الذهبى.

وربما كان المعمارى العظيم La Grande Architecte للكون هو وحده القادر على استخدام العدد الذهبى، بطريقة لا شعورية، فى إبداعاته، وليس نحن البشر، وليس هؤلاء الذين اخترعوا الهندسة خاصة.

ومن الثابت والمعروف أن كلا من ليونارد ودافنشى Leonardo D'vinci (١٤٥٢ – ١٥١٩)، وألبرخت دورر (١٤٧١ – ١٥٢٨)[١] كانا يتفحصان أعمالهما ويراجعانها بوعى كى يتأكدا من تأثيراتها الجمالية، وذلك باستخدام هندسة العدد الذهبى. وبالمثل نجد أن فيدياس Phidias[٢] (توفى حوالى عام ٤٣١ ق.م) قد استخدم فى وعى عند بناء البارثينون، فكرة المستطيل المعرف بالنسبة للعدد الذهبى بين خطه القطرى والخط القطريللمنتصف، والذى عرف بـ "مستطيل البارثينون Rectangle Parthènon". ولم يكن هناك غير المصريين القدماء والنوبيين الذين استخدموا العدد الذهبى، بطريقة لا شعورية، فى بناء الهرم الأكبر (عام ٢٦٥٠ ق.م)، ولمعبد أمادا Amada، فى النوبة (حوالى عام ١٥٠٠ ق.م). جدران ضريح القارب المقدس لمعبد أمادا عبارة عن مثلثات قائمة الزاوية ١,٦١٨ وأرضيته عبارة عن مستطيل مذهب ٣٨٢و٠/١. والمستطيل ١,٦١٨ منشأ بحيث تكون نسبة الضلع الكبير إلى الضلع الصغير مساوية للعدد الذهبى. والخطأ الوحيد الذى ارتكبه المصريون القدماء هو أنهم كانوا أول من ابتكر هندسة العدد الذهبى (بلا وعى). ولقد أضحى ذلك إثما،متعمدا، فى نظر السادة المفسرين والمحللين الغربيين!!

---

(١) مصور وحفار ورياضى ألمانى، من كبار فنانى عصر النهضة- المترجم.

(٢) معمارى ونحات أثينى كبير، شيد البارثينون Parthenon- المترجم.

١٢ – **قياس ارتفاع الهرم فى مصر بمعرفة طاليس:** هنـــاك نـــص يؤكـــد أن طاليس قد تعلم الطريقة من الكهنة المصريين.

١– **طاليس الميلاوى Thalès de Milet(حـــوالى ٦٤٠ – ٥٤٦ ق.م):** طاليس من مدينة ميليه، هو مؤسس أول مدرسة رياضية يونانية، فى منطقة أيونيـــا بآسيا الصغرى. ويعتبر، بعمله هذا، مبدع الهندسة فى الغرب. وكان يطلـــق عليـــه لقب "الحكيم" فى عصر حـــاكم أثينـــا الأول (أرخونـــت Archonte) داماســـياس Damasis (حوالى ٥٨٢ ق.م)، وذلك بعد عشر ســـنوات مـــن ولايـــة صـــولون Solon (الحكيم) (٦٤٠ – ٥٥٨ ق.م).

٢ – ولـــم يكن هناك من معلم لطاليس سوى فـــى مـــصر: ".. وإذا كـــان الأمـــر أنـــه لم تكن سوى زيـــارة لمـــصـــر، فهـــو قـــد تـــردد علـــى الكهنـــة المصـــريين.." (جان – بول دومون Jean-paul dumont، المدارس قبل سقراط Les écoles presocratiques، بـــاريس، جاليمـــار Gallimard، ١٩٩١، ص.١٣٠).

والنص اليونـــانى صريح تماما: ".. لقد تعلـــم (epaideuthe) فـــى مصر (en Aigupto)، بتوجـــيه مـــن (hupo) الكهنة (ton hierèon)...". (ف. ديـــم V.Diels 1,A3). والفعل اليونانى paideuo يعنى "يشكل، يعلم"؛ وهو مشتق من الكلمة pais والتى تتجاوب فى الفرنسية مع كلمة " طفل ". فهى تعبر عن الطفولـــة والشباب. لقد كان طاليس فى مرحلة الطفولة العلمية عندما قدم إلـــى مـــصر كـــى يتشكل ويتعلم تحت سلطة كهنة البلاد مباشرة. والنص اليونانى لا يذكر غير ذلك.

ويروى ديوجين اللارسى Diogene Laerce[1] "... وحسب ما يؤكده بامفيل Pamhile[2]، أنه كان، بعد أن تتلمذ على المصريين، فى الهندسة، أول من رسم المثلث القائم الزاوية داخل دائرة، وقد ذبح بقرة تكريما لاكتشافه ذلك.." (جان – بول دومون Jean – Paul Dumont مرجع سبق ذكره):

وإذن فإن طاليس قد تعلم الهندسة من المصريين، وهو لم يتعلم على يد أستاذ آخر سوى الكهنة المصريين حال تواجده فى مصر.

٣ – كيف قاس طاليس الأهرامات فى مصر:

أ) شهادة ديوجين اللارسى (مؤرخ يونانى من القرن الثالث).

".. يقول هيرونيموس Hiéronyme إن طاليس قد قام بقياس الأهرامات بحساب النسبة بين ظلهما وبين ظل الجسم البشرى" (ديوجين اللارسى: حياة، ومذاهب وحكمة الفلاسفة المشهورين - Vie, Doctrines et sentences des philosohes illustres–، ترجمة وتعليق روبرت جينيل Robert Genaille، باريس، Gagnier- Flammarion ١٩٦٥، ص.٥٣).

ولقد قام طاليس بقياس الأهرامات، بملاحظة ظلهما عند اللحظة التى كان مساويا فيها لطول ظل الجسم البشرى (هوتيه هيمين أيزوميجيتس إيستى hote hemin isomegèthes esti).

ب) شهادة بلوتارك Plutarque { مؤرخ يونانى (٤٥ – ١٢٥) }:

---

(١) ديوجين اللارسيDigène laerce or laertès: فيلسوف ومؤرخ يونانى. لايعرف الكثير عنه، وحسب سترابون، فهو قد ولد فى مستعمرة يونانية بسيليزيا تحمل اسم لارسيا أو لارتيا، وربما كان ذلك اسم والده أيضا (وكان صاحب بنك)، والمرجح أنه عاش فى النصف الثانى من القرن الثالث الميلادى – المترجم.

(٢) إيوسيب بامفيل Eusèbe Pamphile de cesarèe (يوزيبيوس بامفيلى Eusebius Pamphili) (٢٦٥ – ٣٣٩): لاهوتى ومؤرخ يونانى كبير من قيسريه Cesurèe– المترجم.

".. إذا ما نصبت قائما (عصا) فى وضع عمودى عند نهاية ظــل الهــرم، ورسمت هرمين بالخط المنطبق على شعاع الشمس المار بالطرفين، ستجد أن هناك نسبة بين ارتفاع الهرم وارتفاع القائم، تساوى النسبة بين طول ظل الهــرم وظــل القائم.." (بلوتارك، مأدبــة الحكمــاء الــسبعة Le banquet des Sept Sages، ٢،§١٤٧: دومون Dumont، مرجع سبق ذكره ص.٢٩).

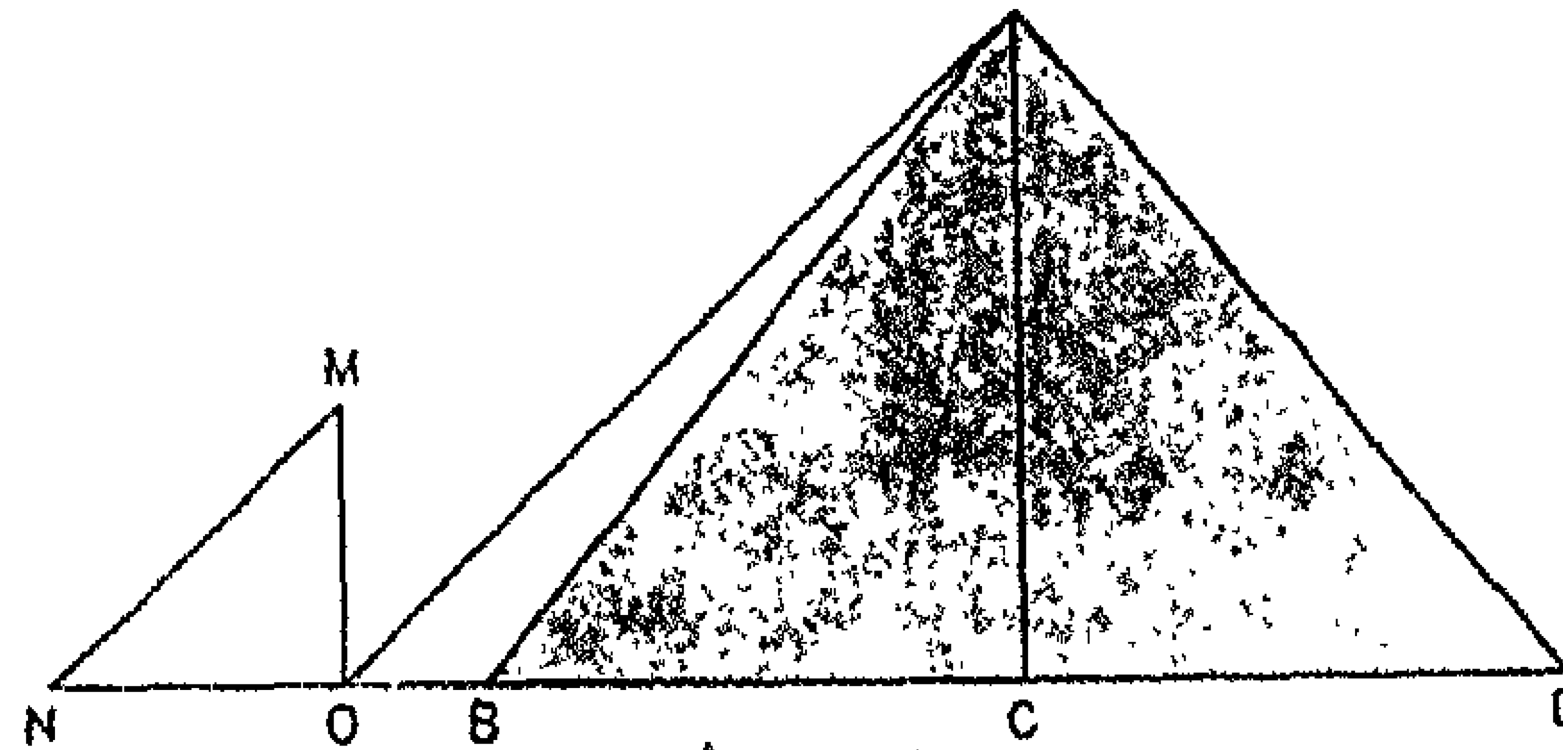
ويجب أن يكون مفهوما أن المثلث المتكون من الهرم وظله متــشابه مــع المثلث المتكون من العصاة وظلها.وفى هذين المثلثين يكون طول الظل متناسبا مع ارتفاع الجسم L'objet.

ج) بلين القديم Pline L'ancien[١] (عالم طبيعى Naturaliste رومــانى (٢٣ – ٧٩)، مؤلف دائرة معارف فى العلوم القديمة):

".. اكتشف طاليس الميلاوى Thalès de millet طريقة لقيــاس ارتفــاع (الأهرامات)، بقياس ظلها فى اللحظة التى يكون فيها الظل مساويا لشكله الأصلى" (بلين: التاريخ الطبيعى، المجلد ٣٦، ٨٢).

ومن ثم يمكننا تمثيل الحل، خاصة بدءا من نص بلوتارك.

٤ – طريقة الحل التى اتبعها طاليس لقياس ارتفاع الأهرامات.



شكل ٩٦: طاليس وأهرامات مصر.

قياس ارتفاع الأهرامات بمعرفة طاليس الميلاوى.

---

(١) اسمه الأصلى جايوس بلينيوس سيكوندوس Gaius Plinius Secundus، والموسوعة بعنوان "التاريخ الطبيعى L'histoire naturelle"، وتقع فى ٣٧ مجلدا ومازالت موجودة حتى الآن– المترجم.

فليكن ABD هوالهرم، وOB هو ظله عند الظهر تماما. وضـــع طـــاليس عصاه MO عند طرف الظل، عند O، وقام بقياس الطول ON لظل العصا. ثـــم، وبمعرفة الواجهات الغربية أو الشرقية للهرم، والمسافة OC حتى منتصف الهـــرم، يكون التماثل بين الأهرامات MON وACO النسب التالية:

$$\frac{ON}{OM} = \frac{OC}{CA}$$

ومنه نستنتج أن :

$$CA = \frac{OM \times OC}{ON}$$

ولو كان طاليس قد حسب طول الهرم عند ميل شعاع الشمس بزاويـــة ٤٥ درجة، لكان كل ما على i هو حساب الطول CO فقط، وهـــو مـــا كـــان يعطيـــه الارتفاع الذى يبحث عنه على الفور.

وهذه هى النظرية الشهيرة لـــــ jkhsf. ففـــى المثلـــث متـــساوى الزوايـــا équiangle (إيزوجونيا isogonia)، مثله مثل المثلثين MON وACO، يكـــون الضلعان حول الزاويتين المتساويتين، متماثلين (إقليدس Euclide، الكتاب السادس – الفرض رقم ٤).

ولقد تعلم طاليس ذلك من كهنة مصر. ونفس المقطع الذى ذكر آنفـــا مـــن بلوتارك (بلوتارك: مأدبـــة الحكماءالـــسبعة Le Banquet des sept Sages,2§ 147 §٤٧ ١أ)، يؤكد بأكمله تلك الحقيقة تماما.

ولم تكن الطريقة التى اتبعها طاليس سوى تنويع لحساب ميل زاوية الهـــرم "سكيد seked"، – وكان ذلك ابتذالا تافها للمهندسين المصريين القدماء.

٥- طاليس، الملك أمازيس، والمصرى

لقد قام طاليس بقياس ارتفاع الهرم عن طريق ظله، دون استخدام أى أجهزة. وذلك يحسب له ويجعله موضع تقدير كبير. وكان الملك المصرى أمازيس Amasis من الأسرة السادسة والعشرين (٥٧٥ -٥٢٦ ق.م) وعاصمتها سايس (صالحجر حاليا) صديقا لطاليس، سعيدا بما حققه ذلك التلميذ اليونانى، فى عمله ودراساته فى وادى النيل.

إنه مصرى ذلك الرجل الذى يشرح لطاليس نفسه "اكتشافه" الحقيقى. ويعنى هذا أن المصرى كان يعرف تماما الحل الهندسى الذى اتبعه طاليس.

وفيما يلى شرح المصرى لطاليس: "... إنه (ملك مصر أمازيس) هو الذى سمح لك لأسباب أخرى، ولكن يجب القول بأن إنجازك كان مثار إعجاب كبير لمشاهدتك، وأنت تقيس (ارتفاع) الهرم دون أى صعوبة، وبدون مساعدة أى أداة، وأنت تغرز عصاك عند نهاية ظل الهرم؛ ولما كان هناك مثلثان قد تكونا من خلال أشعة الشمس المماسة للهرم، فقد بينت أن العلاقة بين أحد الظلين والآخر، هى نفس العلاقة بين ارتفاع الهرم، وطول العصا.." (بلوتارك: مأدبة الحكماء السبعة Le Banquet des sept Sages, § 147، A).

ولقد كان الذى يخاطب طاليس هو نيلوكسينوس Neilóksenos (مواطن أفريقى أصلى يشتغل بالهندسة). وهو إذن لم يكن يونانيا، بل غريب أصلى من بلاد النيل، أى مصرى أصلى يشرح لطاليس نفسه كيف يقيس ارتفاع الهرم بمعرفة ظله. إن شرح المصرى لطاليس ليثبت نفس نظرية النسبة والتناسب. وإذن فلم تكن الطريقة التى استخدمها الميلاوى Milésien (طاليس) جديدة تماما فى مصر، لأن الذى كان يشرح لطاليس نفسه هو رياضى مصرى، وهو ما استتبع دهشة أمازيس الذى لم يكن هو نفسه رياضيا.

إن نص بلوتارك ليؤكد فعلا أن الملك قد أصابته الدهشة، ولكن النص نفسه لا يكشف لنا على الأقل كيف أوضح المصرى برهانه، فقد جرت العادة على حذف ذلك المقطع من نص بلوتارك كى لا ينال المديح غير الميلاوى (طاليس)!!

XXV

المخروط

Cône

١- **الهرم والمخروط:** لقد مثل المصريون القدماء المخروط (فى اللاتينية كونوس Conus، من اليونانية Konos، بمعنى الصنوبرية Pomme de pin) بالهرم. والمسألة رقم٦٠ فى بردية راند Rhind تتطلب فى الواقع حساب ميل (سكد skd) مخروط ما، بمعرفة قاعدته وارتفاعه، تماما كما يحسب المرء زاوية الميل لهرم ما.

٢- **تقصيب (نحت) المخروط** Èpannelage du cône. يتخذ الهرم، عندما تتعدد الواجهات فيه بلا نهاية، شكل المخروط. ومثل تلك الطريقة فى الإنشاء تسمى تقصيب الخروط.

والواقع أن المصريين كانوا يعرفون تماما الهرم المنتظم ذا القاعدة المربعة. وكانوا يدركون بالتأكيد أنه بمضاعفة عدد واجهات الهرم بلا نهاية، يكون من الممكن اعتبار أحد الأهرامات الناتجة بتلك الطريقة، مع التقريب المناسب، مخروطا. وإلا، لن يدرك المرء ما هو السبب الهندسى لتمثيلهم المخروط بالهرم.

ولكى يتم تطبيق صيغة الميل للهرم، للمخروط أيضا، يجب إدراك علاقة هندسية معينة بين المخروط والهرم. ولم يؤكد المؤلفون على الإطلاق تلك العلاقة، رغم وضوحها وبداهتها.

٣ – وهكذا تبدو المسألة رقم ٦٠على النحو التالى:



الترجمة:

(١) مخروط (إون iwn) ب(ن n) ١٥ ذراعـــا (م ح ١٥ mh 15) قاعدتـــه (سن تت.ف sntt.f).

(٢) فيما يخص (م m) ارتفاعـــه (ك إى.ب k3y.f) صـــعودا (ن-ح رو n-hrw) "إلى أعلى".

(٣) وقد يمكنك أن تحل بحيث (د إ.ك di.k) يمكننـــى معرفـــة (رخ.إ rh.i) زاوية ميله (سكد skd).

والمفردات اللغوية كالتالى: أون iwn، "عمود"؛ وهو هنا مخروط يطابق الشكل المرسوم بمعرفة الكاتب لتوضيح المسألة: فهذا الشكل هو فورم هندسى، إلا أنه ليس هرما، وإلا كان الكاتب سيكتبه م ر m r "هرم"، كما كان يكتبه فـــى كـــل مكان بمعنى هرم. ومن الممكن ترجمتـــه" عـــامود مخروطـــى". إلا أن الأعمـــدة المصرية القديمة كانت كلها رأسية، بما فيهـــا الأعمـــدة الداعمـــة pilier d'ante، والتى كان يجرى التعامل معها وكأنها أجزاء من الجدران، ويتم إنـــشاؤها لتـــسند الكتلـــة المائلة للعامود المربع الرئيســـى Le pylone فى المـــداخل والبـــوابات (فى المعابد الضخمة للدولة الحديثة).

سنت sntt "قاعدة"، "أساس"، و"قاعدة سفلية soubasement".

كإى k3y "ارتفاع"؛ كإت k3t " ارتفاع "؛ كإو k3w "ارتفاع".

سكد skd "ميل"، زاوية الميل، "انحدار".

وباستخدام الطريقة المعتادة الميل سكد skd، قد يكون الهرم مـدببا جـدا: قاعدة ١٥ ذراعا لارتفاع مقداره ٣٠ ذراعا، وهو مايمثل زاويـة أكبـر مـن ٧٧ درجة، من المستحيل استخدامها فى عمليات الإنشاء.

والقاعدة (سنت sntt) هى الدائرة التى تشكل قاعدة المخروط بدقة: وقيـاس تلك الدائرة هو قطر (سنت sntt) الدائرة.

والقمة موضحة جيدا فى النص: [hieroglyphs] بسن–حرو n-hrw، "صعودا"، "نحو الرأس"، "نحو القمة"؛ "ح روhrw".

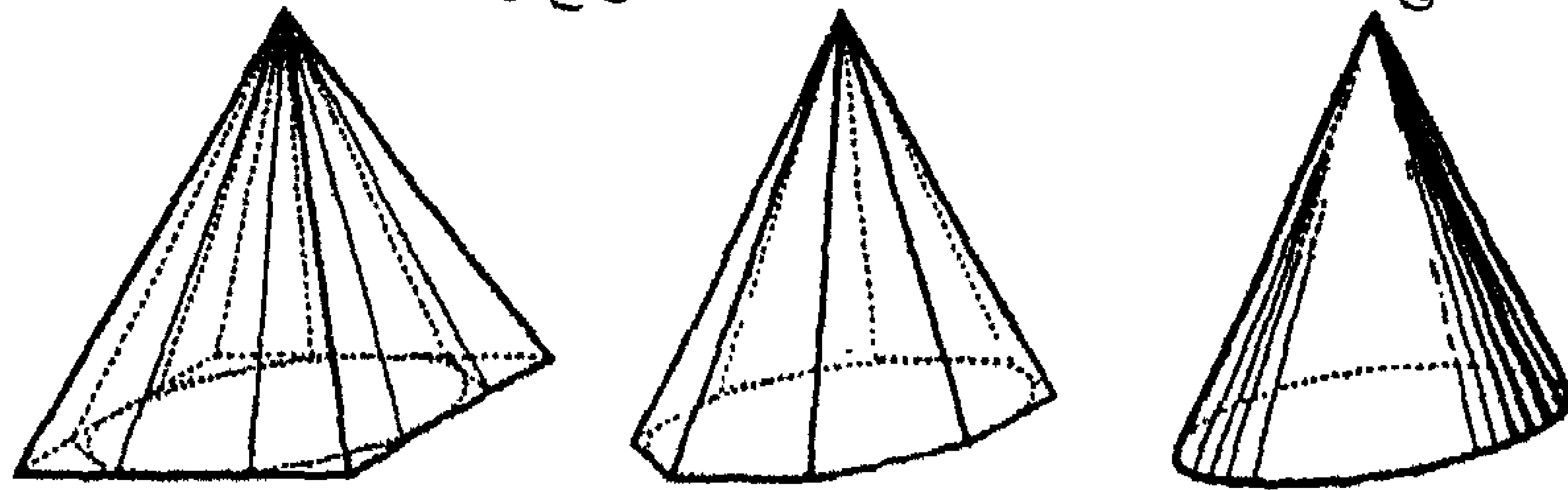
والمسافة من القمة حتى القاعدة هى ارتفـاع المخـروط: [hieroglyphs] كـإى k3y، "الارتفاع".

ولدينا القاعدة (دائرة)، القمة، والارتفاع للمخروط (إون iwn).

ويحسب الكاتب نصف قطر الدائرة: 7.5 = 15/2 ثم يضرب النتيجة فى ٤ لتصبح ٣٠ حيث 30 = 4×1/2 7. ويكون ذلك هو عامد l"apothome (سـتوتى stwty) المخروط. ويستخدم الكاتب ذلك القياس (ستوتى stwty) لإيجـاد الميـل (سكدskd).

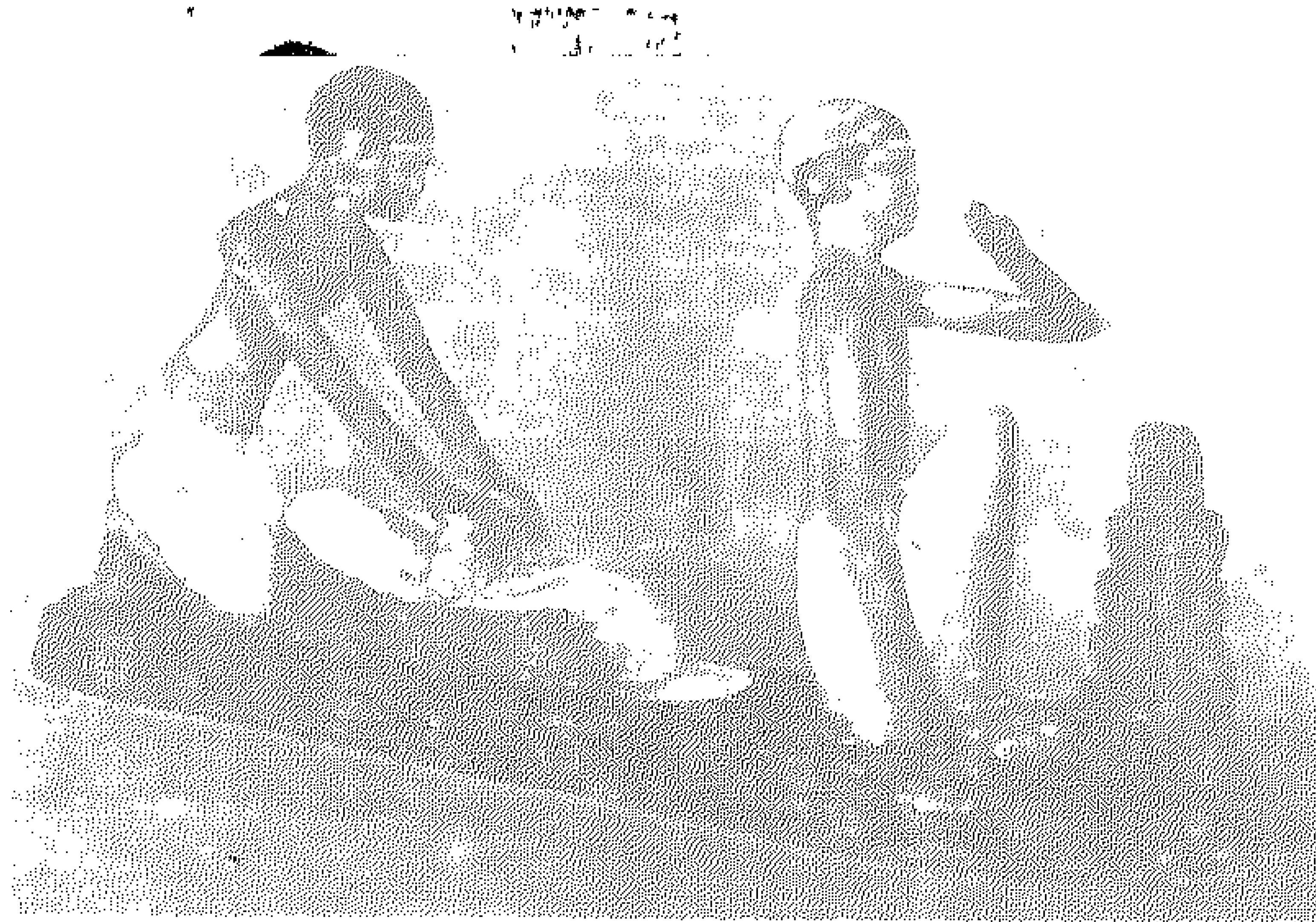
وبذا يجب الميل بالعدد ٤ لكى يكون الميل مكانه: "وبذا يكون ميله (سـتوتى stwty) هو ٤. وهذا هومكان ميله (سكد skd)".

ولذلك الارتفاع، يجب تعديل الجانب بما مقداره ذراع واحد لكى يكون الميل "سكدskd" فى مكانه: 1= 30/30 = 15/2×4: ذراع واحد.



شكل٩٧: تقصيب (نحت) المخروط

وبمضاعفة عدد الواجهات لهرم منتظم ما، بلا نهاية، نحصل بذلك على شكل المخروط = م ر mr، "هرم"، و"مخروط"، فى اللغة الفرعونية.

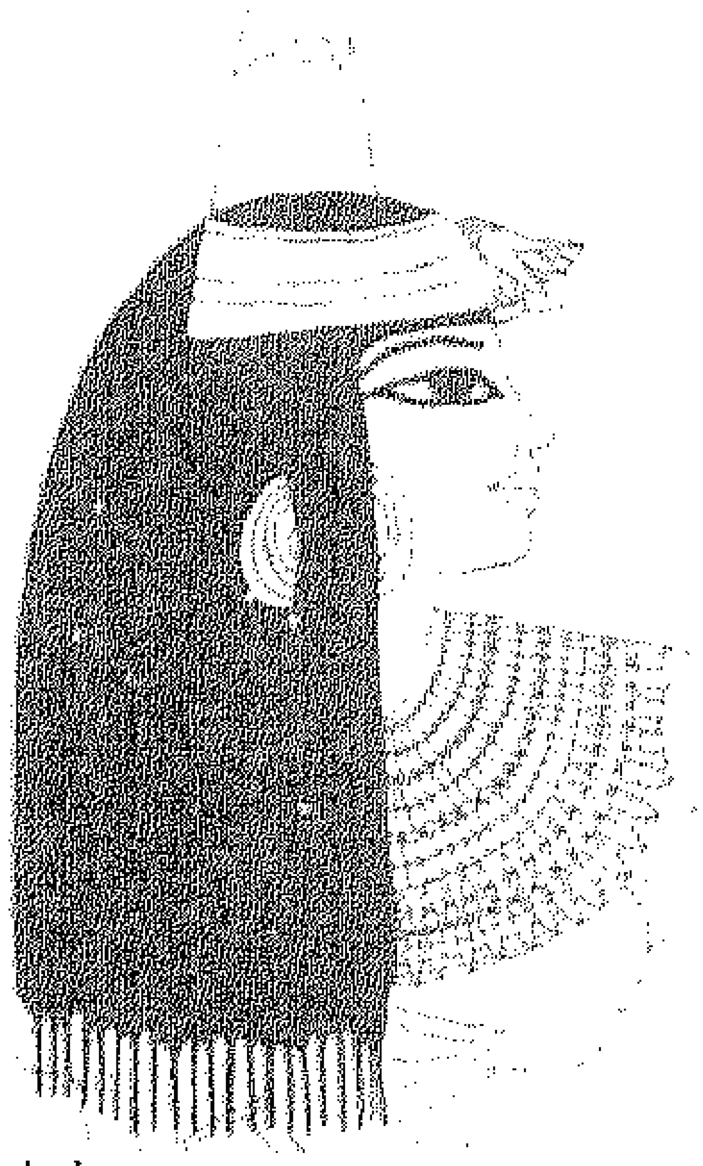


شكل ٩٨: فرن مخروطى.

طحن الحبوب لصناعة الخبز. نموذج لمنظر منزلى فى الدولة الوسطى (٢٠٥٢ – ١٧٧٨ ق.م).

يتم طهو الخبز فى فرن مخروطى الشكل. ونرى أحد العاملين مشغولا بإيقاد النار، وضبطها لطهو الخبز جيدا. إن فكرة المخروط كانت موجودة، وتحققت فى شكل فرن مخروطى، فى واقع الحياة اليومية.

ارتفاع الفرن ٤٢ سم. المتحف البريطانى (رقم ٤٥١٩٧).



شكل ٩٩: سيدة تضع على رأسها مخروط الدهان

مقبرة مينا Menna (طيبة، رقم ٦٩). أواسط الأسرة الثامنة عشرة.

كان مينا Menna هذا يشغل منصب مفتش الزراعة (يضبط حدود الحقول، ويتحقق من وجود علامات التقسيم). فكان المسئول الأول عن الأعمال المساحية للأراضي، يعمل تحت إمرته عديد من الكتاب والموظفين عند التفتيش على الحقول، لإنجاز كل عمليات الوزن والمراجعة والتسجيل. ونرى في الشكل تسريحة الشعر الطويلة وقد امتدت على ظهر السيدة ورقبتها، ومزينة بشريط ملون من الزهور: مخروط من كريم دهان الشعر (كريم دهني معطر) مثبت على الرأس. وتعمل الحرارة على ذوبان الكريم الدهني ببطء ليسيل بفوحانه على الرأس والأكتاف، فيعطي للبشرة ملمسا دهنيا، وتلتصق الملابس بالجسم.



شكل ١٠٠: كتاب (موظفون) يحملون مخاريط الدهان فوق رءوسهم:

نحت بارز في مقبرة خيمحات Khaehat (طيبة، رقم٥٧).

الأسرة الثامنة عشرة، أثناء حكم أمنحتب الثالث (١٤٠٥ ق.م – ١٣٦٧ ق.م).

وفى المقابر المدنية بطيبة، فى عصر الدولة الحديثة (١٥٦٧-١٨٠٥ ق.م) كان من الممكن أن تحصى ٦٥ من الكتاب والموظفين: الكتاب الملكيون، وكتاب الرسائل والبرقيات، والكتاب المحاسبون، والكتاب الزراعيون، وكتاب شئون الخيل، وكتاب الموضوعات الدينية، وكتاب الخزانة العامة، وكتاب الإصدارات الإلهية، وكتاب الآثار المعمارية لمملكة آمون. كما كان هناك كتاب بواقى المحاصيل الزراعية des recrues، وكتاب مائدة سيد القطرين (مصر)، وكتاب ما أطلق عليه "مكان الحقيقة place de la vérité".



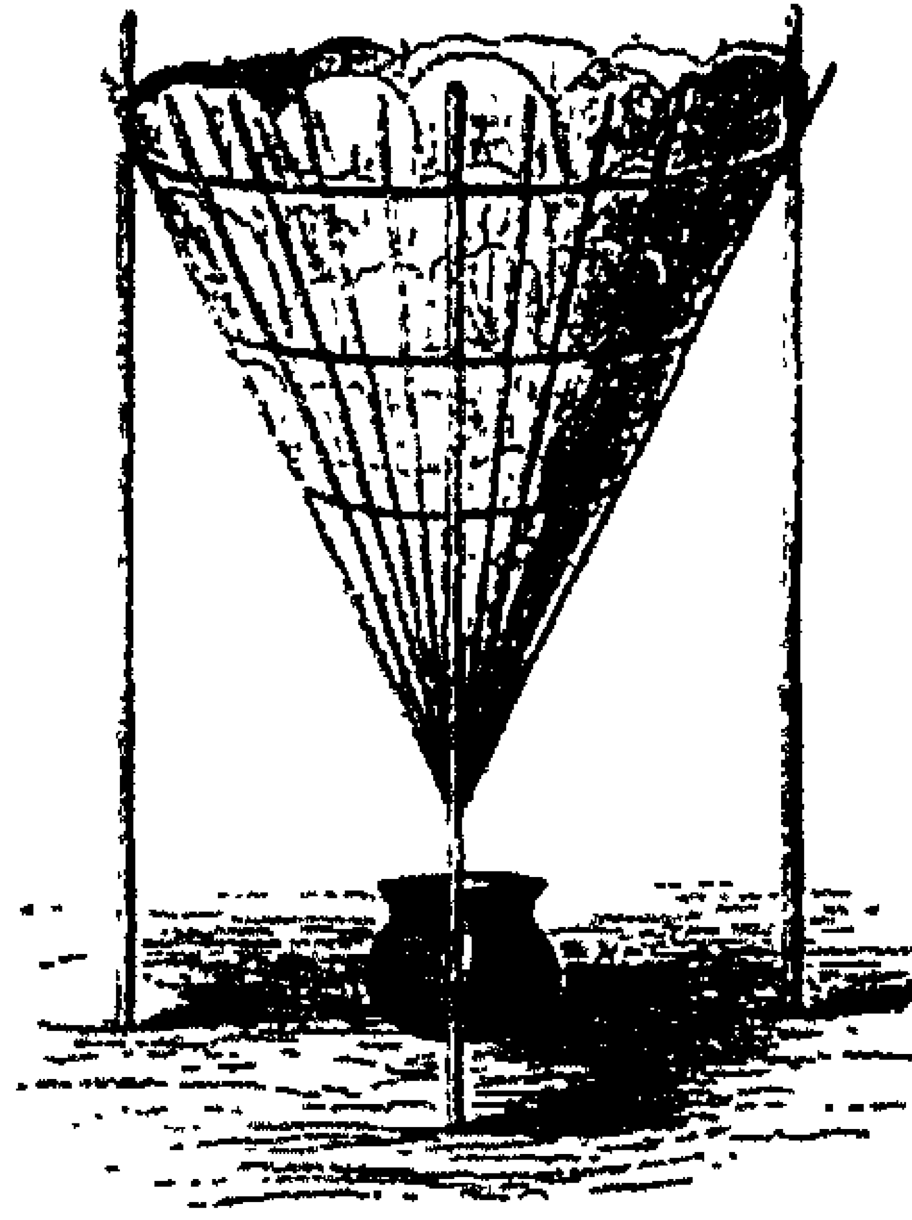
شكل ١٠١: مخروط جنائزى من الفخار يخص منتو معت Mentouemhat، ثالث رسل آمون وكاتب المعبد، محافظ طيبة وحاكم مصر العليا (حوالى عام٦٦٤ ق.م) المتحف المصرى لمدينة تورينو، inventaire Cat .3423

الارتفاع ٢٣,٥ سم، وقطر الدائرة التى تشكل قاعدة المخروط:٨,٥سم.



شكل١٠٢: البرج المخروطى الكبير فى زيمبابوى والبرج من الحجارة المنحوتة. وقد كان الشكل المخروطى الناقص من الخصائص المميزة للعمارة الأفريقية.

الهندسة والعمارة (الشكل ١٠٢): لقد أصبحت فكرة "الـشكل المخروطـي الناقص" من صميم واقع ذلك البرج المخروطى الكبير لزيمبـابوى. إن المـرء لا يمكنه بناء مثل ذلك الصرح المعمارى بأسلوب التجريب على أرض الواقع، فـي ضوء عدة وصفات يحوطها الغموض. لقد اقتضى الأمر استخدام قواعد القيـاس، والحساب، والهندسة، ووضع خطة، مع أخذ العناصر الفلكية أيضا فى الحـسبان. وكان لابد من استخدام مهندسين ومعماريين، وأساطين من البنائين، ومشرفى مواقع البناء والتشييد، وأدوات دقيقة، وسقالات،..إلخ. وإلا كان الأمر لايتعلـق بإنجـاز بشرى، بل بإبداع إلهى هبط فجأة من السماء.



شكل ١٠٣: مرشح مخروطى.

مرشح لإنتاج الملح. ويتخذ الجهاز شكل القمع المخروطى.

ويصف ف. ل. كاميرون V.L. Cameron: " شاسيه علـى شـكل قمـع يتكون من عصيان ترتبط ببعضها بواسطة أطواق، ومثبتة بواسطة أربعة أو خمسة أو تاد، وهو مبطن من الداخل بورق خاص، وفى قاعه طبقة من الأعشاب تعمـل كمرشح. ويتم ملء ذلك القمع بالطين المالح، ويصب فوقه الماء المغلى؛ حيث يذاب الملح ويتساقط مع المياه إلى إناء مخروطى. ويتبخر الماء بعـد ذلـك، وتوضـع

الرواسب المتبقية فى أوانى مخروطية سعتها حوالى ثلاث ليرات[١]. وذلك المنتج كان نتاج بحوث مضنية من القبائل التى لا يوجد لديها ملح فى أراضيها، ويصدرونه إلى مسافات بعيدة. {" Le Ct V.I. Cameron، عبر أفريقيا، رحلة من زينزبار حتى بينجويلا A travers l'Afrique. Voyage de Zanzibar ă Beguelan، ترجمة من الإنجليزية ه. لورو H.Loreau. باريس، هاشيت Hachette، ١٨٧٨، ص. ٣٢-٣٢٤. ومحققة بمعرفتنا. وبالنسبة للشكل الموضح هنا، انظر ص. (الأصل٣٢٣).

(١) الليرةLivre: وحدة وزن قديمة ذات قيمة متغيرة، كانت تساوى حوالى نصف كيلوجرام.

XXVI

المسلة

Obélisque

١ – **المسلة L'obélisque**: المسلة (في اليونانية أو بيليسكوس obeliskos بمعنى سفود (سيخ الشواء)، ويقال لها باللغة الهيروغليفية: تحن، تيخين thn, tekhen، والمعرّف dérminatif يكون مثل الهرم، إلا أن القمة الهرمية Le pyramidion تكون علامتها

والمسلة هي شكل هندسي ومعماري مصري خالص. وليس هناك مسلات في حضارات ما بين النهرين، والحضارات الحيثية، واليونانية، والرومانية، والأوروبية. والمسلات المنصوبة الآن في العواصم الكبرى الأوروبية والأمريكية، قدمت كلها من مصر، من أفريقيا.

٢ – ويرجع تاريخ المسلات الكبرى إلى الفترات التي كانت مصر فيها في ذروة مجدها كقوة وثروة، أي في عهد الأسرات ١٢، ١٨، ١٩.

٣ – **الهرم والمسلة**: المسلة عبارة عن كتلة من الحجر (جرانيت وردي من أسوان)، مربعة الزوايا عند قاعدتها، حيث ترتفع الواجهات لتضيق كلما ارتفعت حتى تنتهي عند القمة مدببة، وقد اتخذت الشكل الهرمي. وتسمى قمة هرمية، أو هرما صغيرا Pyramidion.

وبين هذين الشكلين الهندسيين والمعماريين، الهرم والمسلة، هناك رابطة فى الأصل: فالكلمة بنبت، بينبين bnbt,benben، حجر أون المقدس (إونو Iwnw "أون on"، هيليوبوليس، مدينة إله الشمس رع Ra)، تستخدم أيضا إشارة للمسلة والهرم. ومع ذلك، يقال لقمة المسلة (الهرم الصغير pyramidion): بنبنت، بينبين bnbnt,benben.t.

وإذا كان الهرم قد دخل فى صميم مجال العمارة الجنائزية (بصفته مقبرة ملكية يستخدمها الفرعون للصعود إلى السماء، عند أبيه رع)، فإن المسلة ظلت رمزا شمسيا، وقد ظهرت لأول مرة فى معابد الأسرة الخامسة (حوالى عام ٢٤٥٠ ق.م، فى عصر الفرعون أو زركاف Ouserkaf).وكانت المسلة فى ذلك الوقت تشكل مركز الصرح المعماري المقدس. ومع بداية الدولة الوسطى (٢٠٥٢ – ١٧٧٨ ق.م)، فقدت المسلة وضعها كمركز للمعبد.

٤– وأبعاد المسلات الكبرى شديدة التنوع. وتعطينا الأرقام المرفوعة على بعض تلك الشواهد المعمارية التذكارية فكرة عن مقاساتها:

– مسلة هيليوبوليس، سيزوستريس الأول SésostrisI (١٩٧١–١٩٢٨ ق.م): الارتفاع ٢٠,٧٢ متر، سمك القاعدة ١,٤٨ متر، منبت الهرم الصغير (الجزء المدبب) ١,٢١ متر.

– مسلة الكرنك، تحوتمس الأول ThoumosisI (١٥٣٠–١٥٢٠ق.م): الإرتفاع١٩,٢٠ متر، السمك عند القاعدة ١,٨٤ متر، منبت الهرم الصغير (الجزء المدبب) ١,٦٥ متر.

– مسلة الكرنك، حتشبسوت Hatchapsout (١٥٠٤–١٤٨٣ ق.م): الارتفاع ٢٩,٥٠ متر، السمك عند القاعدة ٢,٤٦ متر، منبت الهرم الصغير (الجزء المدبب) ١,٨٠ متر.

– مسلة الكرنك، تحوتمس الثالـث ThoumosisIII (١٥٠٤–١٤٥٠ق.م): الارتفاع ٣٧,٧٧ متر، السمك عند القاعدة ٣,١٥ متر.

– مسلة الأقـصر، رمـسيس الثـانى RamsésII (١٣٠١–١٢٣٥ ق.م): الارتفاع ٢٥,٠٣ متر، السمك عند القاعدة ٢,٥٠ متر.

ولم تكن صعوبات نحت المسلات واستخلاصها ونقلها، وهى تـزن مئـات الأطنان، لتغيب عن أذهان المصريين، والذين صاغوا المسائل العمليـة فـى هـذا الصدد.

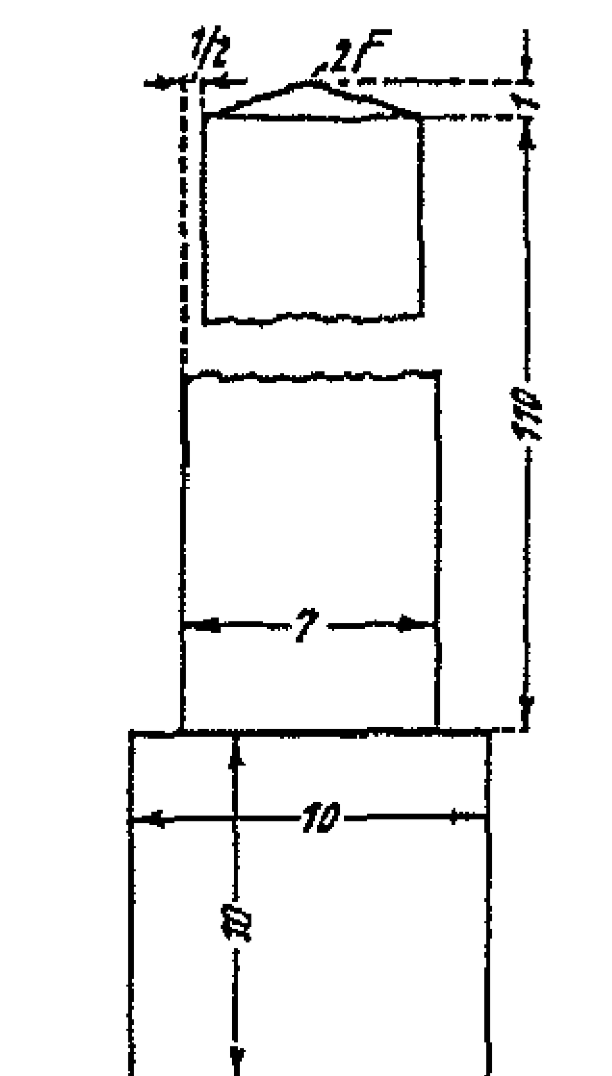
٥ – تعرض لنا بردية أنستازى الأول Anastasi I مسألة عمليـة تتعلـق بأسلوب نقل المسلة:

".. هناك مسلة قاربت على الانتهاء... ويبلغ ارتفاع جذعها (إون ن خنـت iwn n hnt، " عامود دعم pilier الواجهة") ١١٠ أذرع، وقاعدتها ١٠ أذرع، و٧ أذرع لطرفها. ويبلغ الميل le fruit ذراعا وإصبعًا. ويبلغ ارتفاع الهرم الـصغير (بنبنت bnbnt) ذراعا، والجزء المدبب ٢ إصبع. فلتحسب عدد الرجال اللازمـين لعملية الجر، وعليك بإرسالهم إلى الجبل الأحمر..".

نحن الآن فى عصر تحوتمـوس الثالث (١٥٠٤–١٤٥٠ ق.م) إن الارتفاع الذى يـبلغ ١١٠ أذرع يـساوى حوالـى ٥٧ مترا. وكلمـة "لا مونتانـى روج La montgne rouge" ترجمة فرنسية بنفس المعنى تشير لمحجر جبـل الأحمـر Gebel el – Ahmar قرب القاهرة. ولم يقم الكاتب بإجراء الحسابات.

ولابد من وجود حوالى ١١٧٠ رجلا لتأمين عملية نقل المسلة المشار إليها. ولم يقم الكاتب بإجراء الحسابات.

لقد كان يتم الإنتهاء تماما من نحت المسلات والحفر عليها وتلميعها في المحجر (انظر إهداء مسلات الملكة حتشبسوت)، ثم يتم تحميلها على زلاجات خشبية، لتمر خلال طرق مبلطة، ومجهزة خصيصا لذلك الغرض، إلى شاطئ النيل. ومن هناك، تنقلها صنادل ضخمة بجوار الساحات التى سيتم نصبها فيها. ولابد أن الصندل الذى حمل مسلتى حتشبسوت بالطول، وطرفاها مواجهان لبعضهما البعض، كان طوله يتعدى الثمانين مترا، ويقوم باصطحابه وقطره أكثر من ٣٠ لنش قاطرة مزودًا بالمجاديف. وكان الصندل دون صوار، ومزودا بأربع دفات (دومان) متينة لتوجيهه فى الماء، كما كان كل لنش قاطرة مزودا بالمجاديف، وبصار صغير (يتم تثبيت حبل الجز به) لجره من خارج المياه halage. وعلى صفحة المياه، تتضافر عدة قوى فى آن واحد لتحريك القوارب: قوة الطفو لأرشميدس، دفع الريح، قوة دفع فيضان مياه النيل، والتى ترفع منسوب المياه بطريقة طبيعية، ثم الطاقة البشرية للتجديف وجر القارب.



شكل ١٠٤: المسلة حسب المعطيات الرياضية لبردية أنستازى الأول AnastasiI (١٤,٨ – ١٦,٥): أوتو نويجباور Otto Neugebaucr، هندسة النصوص الرياضية المصرية Die Geomerie der agyptischen mathematischen Texte فى "نصوص ودراسات.. Quellen und Studien..."، برلين، ١٩٣١، ص. ٤٤١.

٦ – **المسلة والثقافة:** كانت المسلة، تلك الكتلة الحجرية، المنتصبة كاللهب المشرئب نحو عنان السماء، تتألق تحت الضوء المبهر، لتفرض سطوتها على الأمكنة المرتعشة تحت وهجه السحرى: المعبد، المدرجات، الأروقة، المقر الملكى، أشجار النخيل، الحقول المخضبة بالخضرة والذهب، والنيل الأعجوبة. لتبدو وكأنها شعاع سماوى متجمد أرسله الإله رع نفسه، وهو يفيض بنعمه على البشرية!

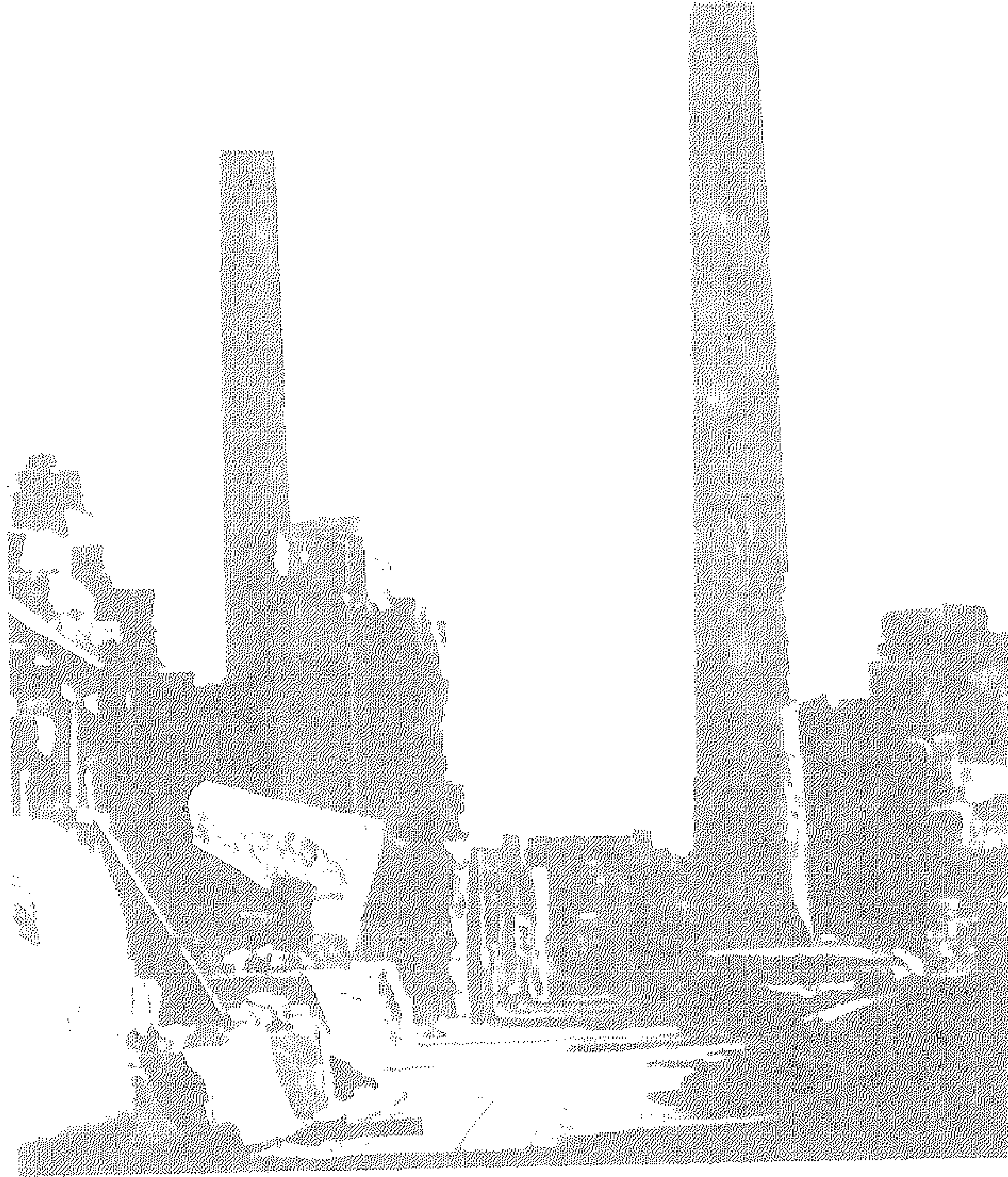
والجزء الأساسى من المسلة هو الهرم الصغير أو القمة المدببة Pyrmidion، وكان من الذهب أو المعدن المذهب. وواجهاته على هيئة مثلث متساوى الساقين، ترمز إلى مثلث ساطع من الأشعة الساقطة من الشمس إلى الأرض. وفى الواقع، كان المصريون القدماء يرمزون بالمثلث المتساوى الساقين إلى الضوء الإلهى المنبعث من فلك البروج lumière zodiacale.

وقد حدثنا بلين القديم Pline L'ancien (٢٣-٧٩)، وكان عالما طبيعيا ذا روح موسوعية، عن صدى ذلك التقليد المصرى الموروث حول الخاصية الشمسية للمسلة: فالمسلة، وقد كُرست للشمس، كان يتم تصنيعها على صورة أشعة الشمس (بلين القديم Pline L'ancien، التاريخ الطبيعى Histoire naturelle، XXXVI,14,1: "Obeliscos vocantes, Solis numini sacratos. Radiorum ejus argumentum in effigie est et ita significatur nomine Aegyptio.").

وهناك كتابة من عصر تحوتمس الثالث (١٥٠٤-١٤٥٠ق.م) يقدم فيه الخبز والجعة (البيرة) للمسلات. وكان يطلق على عملية التكريس لإله الشمس رع للمسلات: "قيام رع".

ولقد كان ذلك علامة للحياة، لإعادة الميلاد، وللديناميمة الكونية dynamisme cosmique.

ومن ثم، فإن المسلات التى تزين الأماكن الكبرى فى مختلف العواصم الأوروبية والأمريكية، تكون قد انتزعت من سياقها الاجتماعى الثقافى، والطقسى الأصلى.

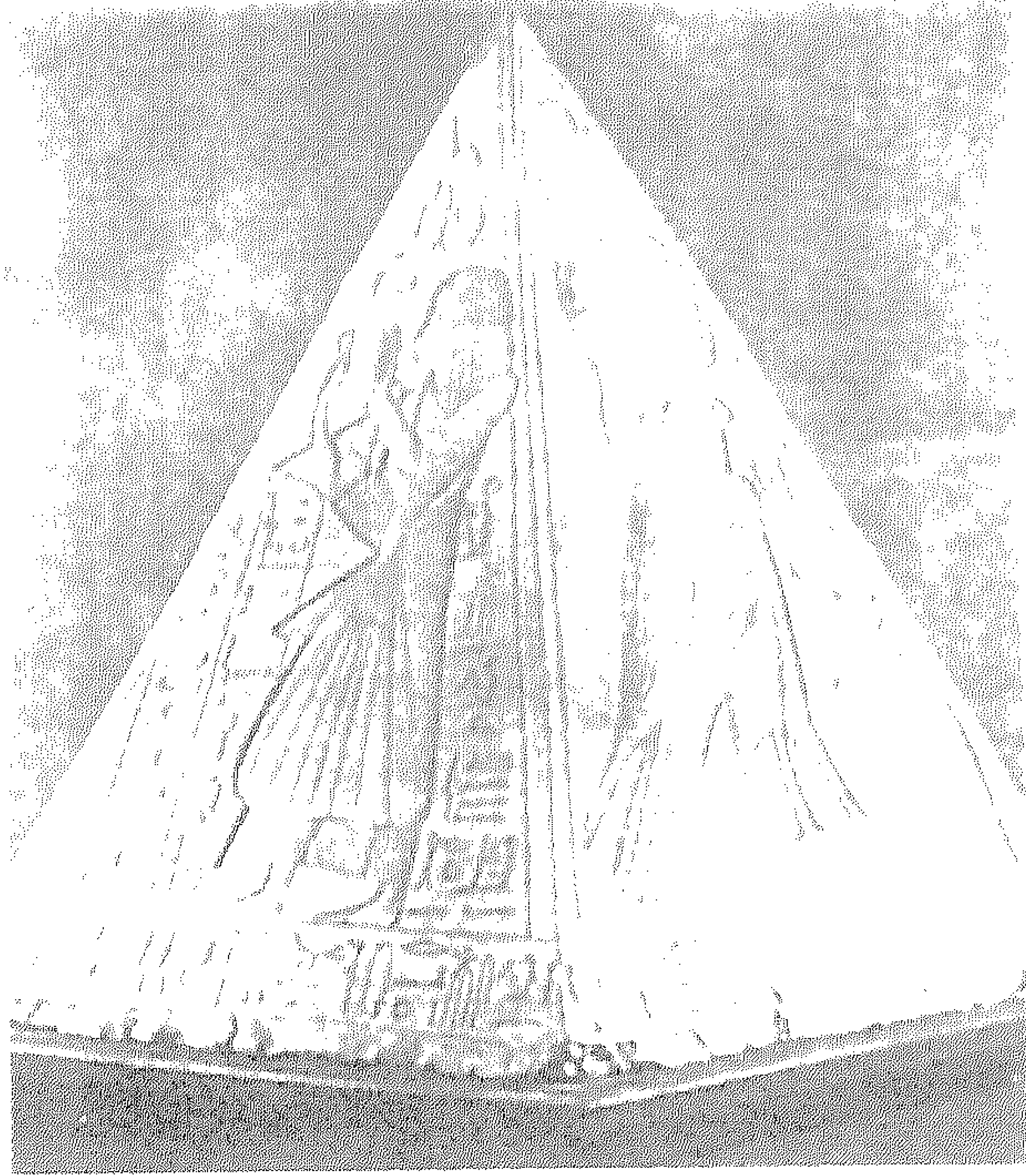


شكل١٠٥: مسلات تحوتمس والملكة حتشبسوت مسلات من الجرانيت الأحمر لتحوتمس الأول (١٥٣٠-١٥٢٠ق.م) وللملكة حتشبسوت (١٥٠٤-١٤٨٣ق.م)، ابنة تحوتمس الأول.

وهاتان المسلتان تنتصبان أمام البوابتين الرئيسيتين ٤و٥ لمعبد آمون فى الكرنك. ولما كانت تلك المسلات تقام فى أزواج، فلا بد أن يكون هناك أربع منها.



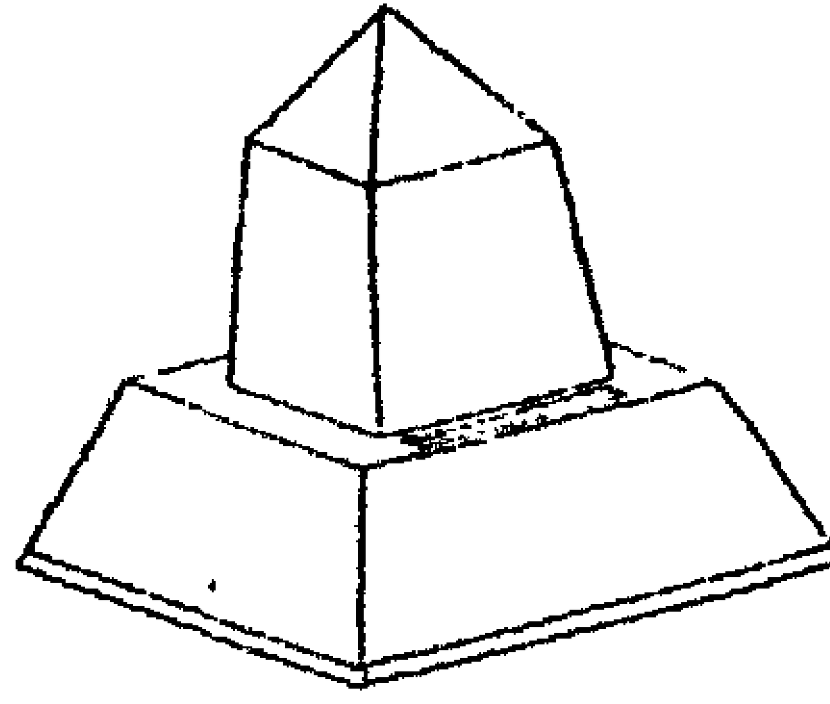
شكل ١٠٦: مسلة الملكة حتشبسوت (١٥٠٤-١٤٨٣ ق. م)، ارتفاعها ٣٠ مترًا، ويبلغ وزنها حوالى ٣٢٣ طنًا وعليها كتابة هيروغليفية محفورة بدقة ورهافة غير مألوفة وقد استغرقت عملية استخلاصها من محجر أسوان حتى إقامتها فى الكرنك (طيبة) مدة سبعة أشهر فقط وقمتها المدببة Pyrmidion مغطاة بالذهب. والنص الموجود على تلك المسلة، والتى مازالت منتصبة فى مكانها مثل الكرنك، يشير إلى منطقة النور على الأرض.



شـــكل ١٠٧: هـــرم رامـــوس Ramose الـــصغيـــر pyrmidion (بنبـــنت bnbnt) فى دير المدينة (حوالى عام١٣٠٠ ق.م). والواجهات العرضية، وهى عبارة عن مثلثات عليها رسومات منفذة بدقة كبيرة.



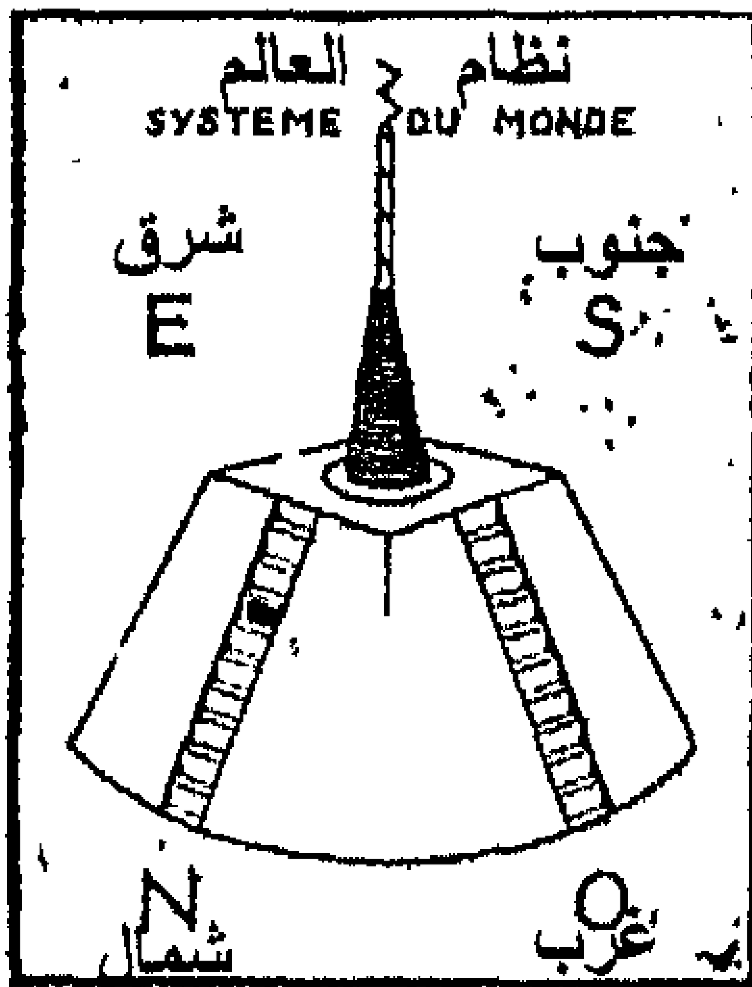
شكل١٠٨: صلاية الكاتب سيتى Seti (الأسرة التاسعة عشرة: حوالى عام١٣١٢ ق.م)، محاسب شئون الماشية لآمون، والموضوعات المصورة على الصلاية هى: طقوس عبادة أوزيريس، القرابين الجنائزية للوالدين. موكب أعضاء الأسرة. وتلك الصلاية ذات تكوين مكتمل، وبها رسومات وأعمال حفر، وتنتهى بقمة مدببة pyrmidion، رمز أشعة الشمس المقدسة مثل المسلة.



شكل ١٠٩: مسلة أبوصير الكبرى (تصور إنشائى لبوركهارت)، وقد دُمِّرت تلك المسلة الآن تماما.

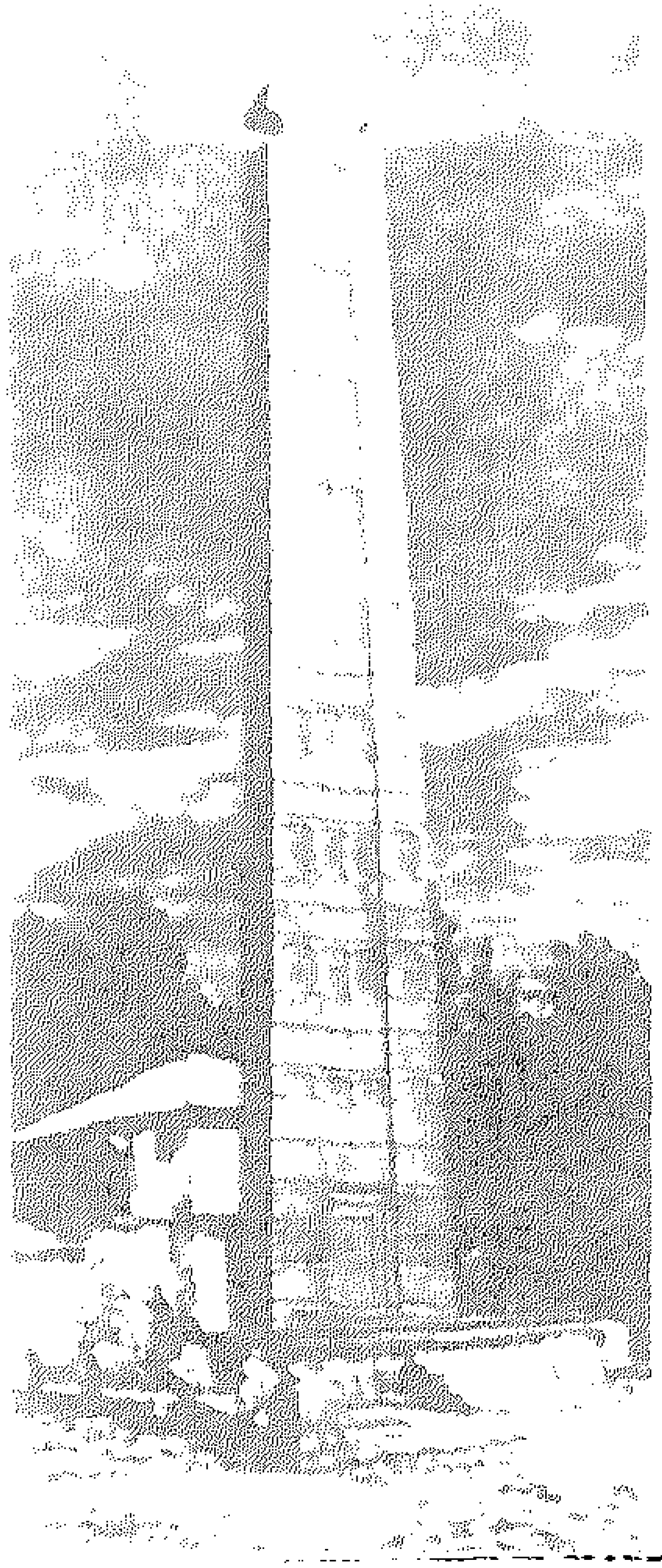
ظهرت المسلات فى مصر للمرة الأولى فى معابد الأسرة الخامسة (٢٤٥٠-٢٣١٠ق.م).

وكانت مسلة أبو صير العملاقة تلك قد نحتت من كتلة ضخمة من الحجر الجيرى، وأقيمت على قاعدة بناء ضخمة، حيث تم تجهيز منحدر من الداخل يؤدى إلى مصطبة على هيئة مدرج. واحتل الموقع مساحة تبلغ خمسين مترا لتهيمن المسلة منه على الصحراء المحيطة. وهنا لم يعد الإله محتجزا فى ناووس Naos (محراب له مظلة من الجرانيت) داخل المعبد، بل أصبح يطل عليه من أعلى، حيث يرى على البعد، وكأنه هو نفسه الشمس. ولما كانت المسلة رمزا مجيدا للشمس، فقد أصبحت فى ذاتها بالتالى نظاما للعالم، إبداعا لإله الشمس رع.



شكل ١١٠: الصرح المعمارى المقدس الذى يمثل نظام العالم عند شعب الدوجون Dogon فى مالى. وتمثل القاعدة الشمس، كما تستدعى المصطبة المربعة صفحة السماء. وكانت الدائرة الموجودة فى منتصف المصطبة تمثل القمر وفى عمق تلك البنية، يوجد سلم يتكون من عشر درجات عند مركز كل جانب من جوانب المربع

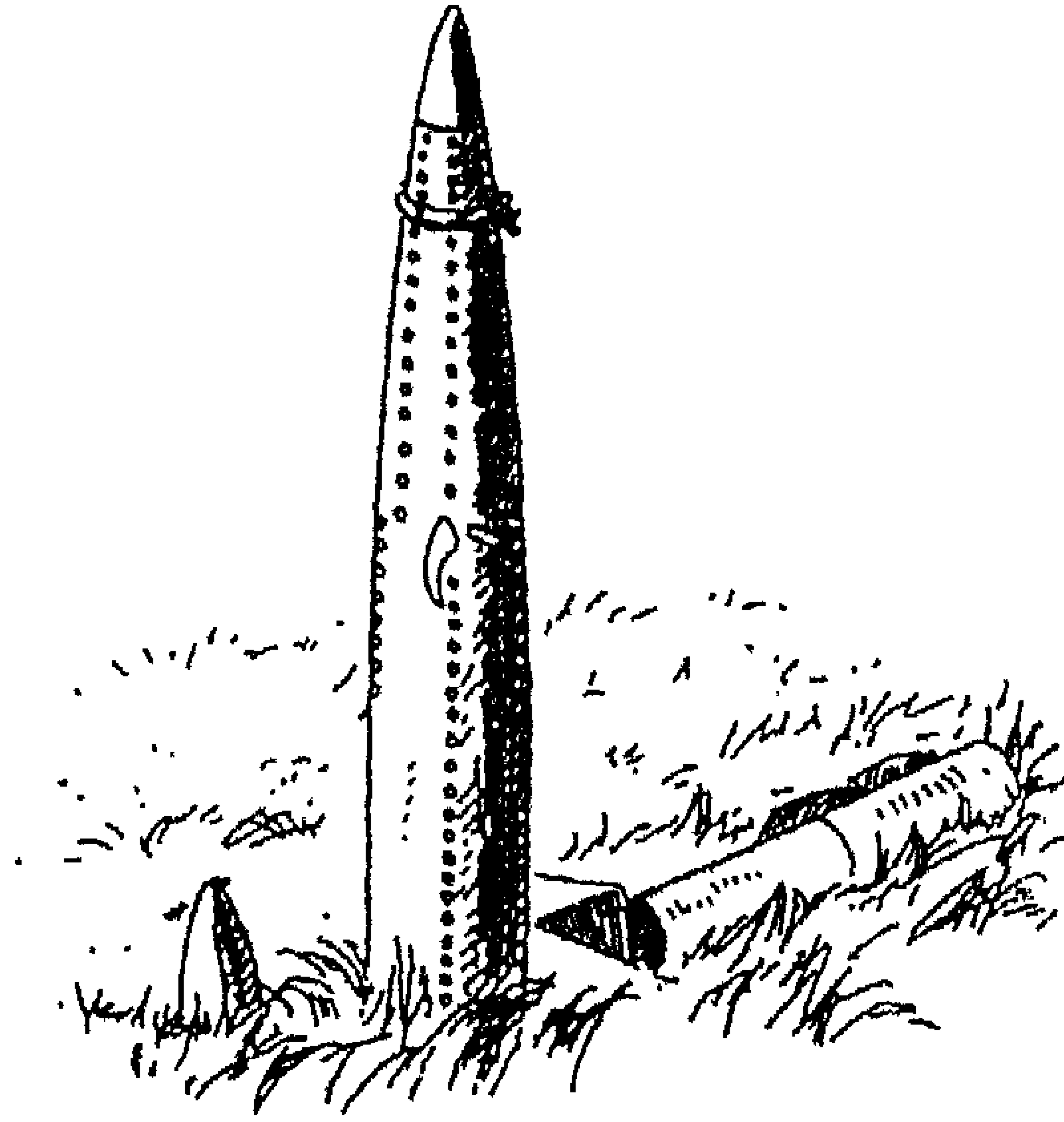
تتوجه نحو الجهات الأصلية الأربع. وكل سلم من تلك السلالم الخارجيـة (يوجـد أربعة سـلالم) يـدعم فئـة مـن المخلوقـات وكـان متـصلا بكوكبـة نجـوم Constellation. السلم الشمالى septentrional- les-Pléides (مجموعة الثريا) – الرجال والأسماك، السلم الجنوبى méridional- Baudrier d'Orion (حمالة سيف كوكبة الجبار) – الحيوانات المنزلية، السلم الشرقى – فينـوس – الطيـور، والسلم الغربى – صف النجوم الكبير – الحيوانات المتوحشة. وفى مركز الـدائرة، تنتصب مسلة. إنها نفس الرؤيا للعالم، فى مصر القديمة ومالى ما قبل الاستعمار. انظر م. جريول M.Griaule، إله الماء Dieu d'eau، باريس ١٩٤٨، ص.٤٠، وبعدها.



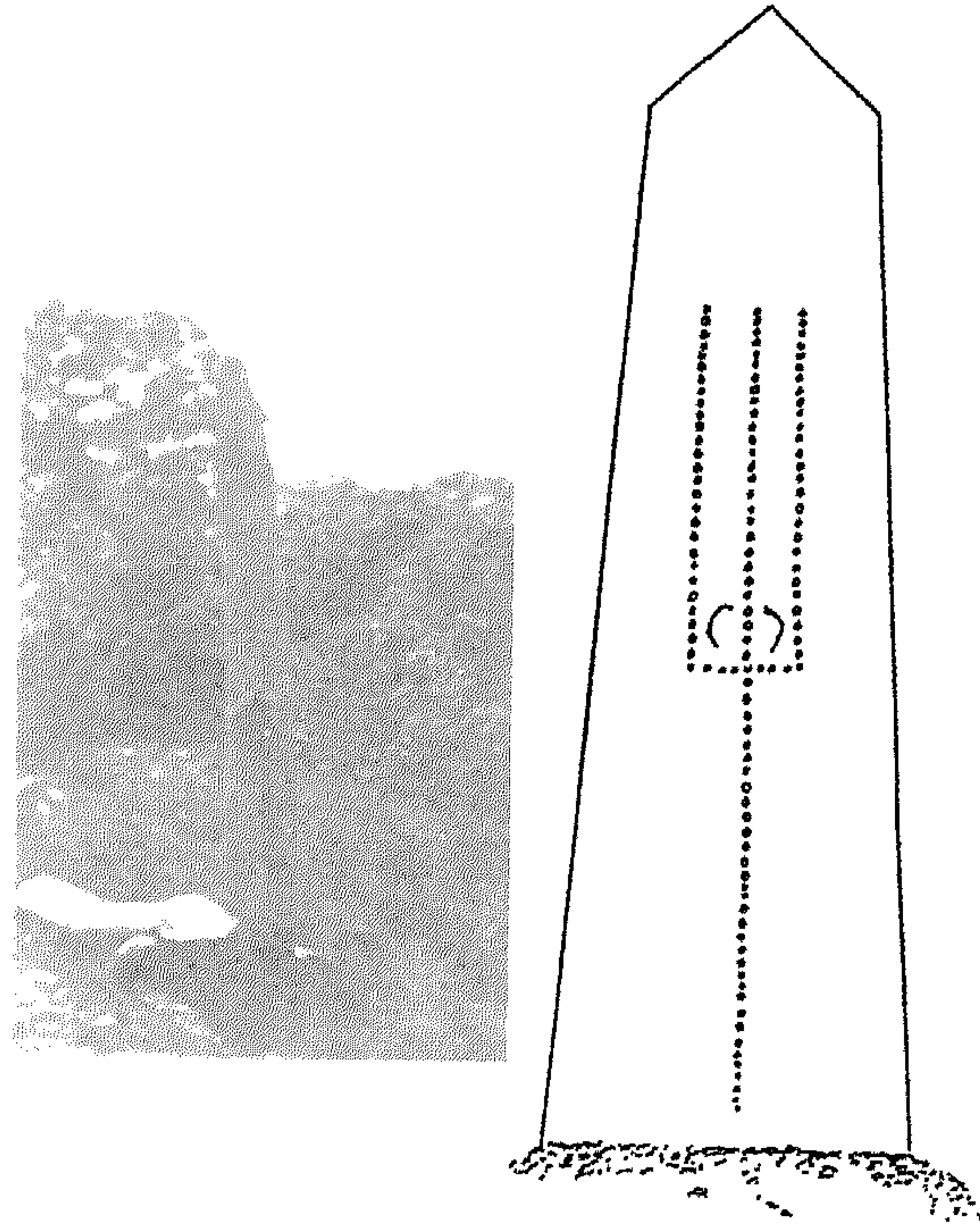
شكل ١١١: صلاية – مسلة أكسوم Axoum (Aksum)، إثيوبيا.

والديكور هو واجهة لأحد القصور. والقمـة على شكل عقد cintré. والـشكل العـام والعلاقـة النسبية بين الارتفـاع وعـرض القاعـدة تـذكرنا بالمسلات المصرية.

وبين ارتفاعـات بيتـا جيـورجيس Beta Giorgis، وماى أو هـو Mai- Ooho، نجـد أن مسلات أكسوم Axomites كان يتم تنصيبها مـن كتلة جرانيتية واحدة (القرنـان الثالـث والرابـع). وتنتصب الصلاية المسلة واقفة فى وضع رأسـى، ويبلغ ارتفاعها ٢٣مترا، وكانت أطول تلك المسلات يبلغ ارتفاعها ٣٣ مترا. ومما لا شك فيه أن الفكرة المصرية للمسلة قد ألهمت أسلوب بناء وإقامة الـصلايات – المسلات Stèles- obelisques فى إثيوبيا.



شكل ١١٢: مسلة يوروبا yoruba، إيف Ife، نيجيريا الجزء المدبب عليه علامات ونقوش. وتلك المسلات المنحوتة من كتلة حجرية واحدة، يطلق عليها أوبا أورانيان Opa Oranyan. وتعتبر رموزا للإله رع الحى. ودائما الشمس. وكان يوجد ثلاث من تلك المسلات فى منطقة إيف، حوالى عام ١٩١٠: ر.إ. دينيت R.E.Dennett، دراسات نيجيرية، أو النظام الدينى والسياسى لليوروبا Nigerian studies or the Religious and political system of the Yoruba، لند ماكميلان& وشركاه، ١٩١٠، الفصل الثانى، ص. ١٧-٢٧: "الإبداع والأحجار المقدسة فى إيف Creation and sacred stones at Ife"؛ للشكل المقلد، انظر ص ٢٤، الأصل.



شكل١١٣: مسلة يوروبا: كان يوجد منها ثلاث فى إيزول، شـمال بينـين، بدولة Kukuruku، وهناك أيضا ثلاث فى إيو Iaiu، وثلاث فـى إيـف،..إلـخ. وكانت تمثل دون شك ثالوثا إلهيا. والكلمة أو رانيان oranyan مركبة على النحو التالى: أو – را(ن) – يا (ن) o-ra(n)- ya(n)، وتعنى: "رع الحى Ra vivant".

وهناك عبارة من يوروبا معروفة جيدا: أولى كوكو، أو دورو جبوان بـى أوبا أورانيان، وهى تفهم على النحو التالى: "إن ذلك ليبدو قويا ومتينا أيضا، وهذا يمكث واقفا فى صلابة مثل مسلة رع الحى".

وفى مصر القديمة وفى دولة يوروبا (جزيرة إيف)، كانت المسلات مـن الحجر. وحول هذا السؤال كله، انظر ج.أولوميد لوكـاس J. Olumide Lucas، الديانة فى يوروبا the religion o the Yoruba، لاجـوس، مكتبـة C.M.S.، ١٩٤٨، ص. ٣٠٤-٣١٠.

XXVII

المنحدر

Rampe

١ – **المنحدر Rampe**: هو عبارة عن إنشاء مائل inclinaison، انحـــدار من أسفل لأعلى قائما على الامتداد: فهو يعتبر سلما مائلا.

وقد كان المنحدر المصرى القديم عبارة عن إنشاء مركب مائل، مستوى ذى ارتفاع يعمل كدعامة لإنشاء الصروح المعمارية الضخمة (الأهرام، المعابد،..إلـــخ) فى مكان تكويم وتكديس الأخشاب، مواد ذات ندرة فى مصر.

ولكى يتم تجهيز المنحدرات والميول، كان المصريون القـــدماء يـــستخدمون أسلوب تعاقب مداميك من الطوب اللبن المجفف ومن طبقات من جـــذوع وســـعف النخيل، والبوص، أو الجديلات tressages.

٢ – لقد تخيل علماء المصريات والمعماريون المحدثون العديد مـــن أنـــواع المنحدرات التى ربما استخدمها المصريون القدماء فى بناء الأهرامات:

– **المنحـــدر المـــستقيم** droite (جـــان فيليـــب لاور Jeean-philippe Lauer) حيث كان العرض متناسبا مع عرض المداميك assises، مع ملاحظة أن كمية الأحجار الصاعدة تقل كلما تناقص قطاع الهرم.

– **المنحدر اللولبى** hélicoidale (متحـــف بوســـطن، ويلـــر wheeler، جورج جويونGeorges Goyon..إلخ.): وكـــان هنـــاك العديـــد مـــن أشـــكال المنحدرات، التى يتم لفها حول الكتلة الإنشائية أولا بأول مع تقدم العمـــل، وكـــان العمل يتم بعد ذلك فى خطوات عكسية للإنهاء.

- **المنحدر المغطّى** couvrante (فليندر بيترى flinders Petrie):
كانت مجموعة الأهرامات مطوّقة بكوم مهول من الرد مكان يستخدم للمرور عليه.

إن ذلك لايخرج عن كونه مجرد فروض تحتمل الصدق على وجه التقريب.

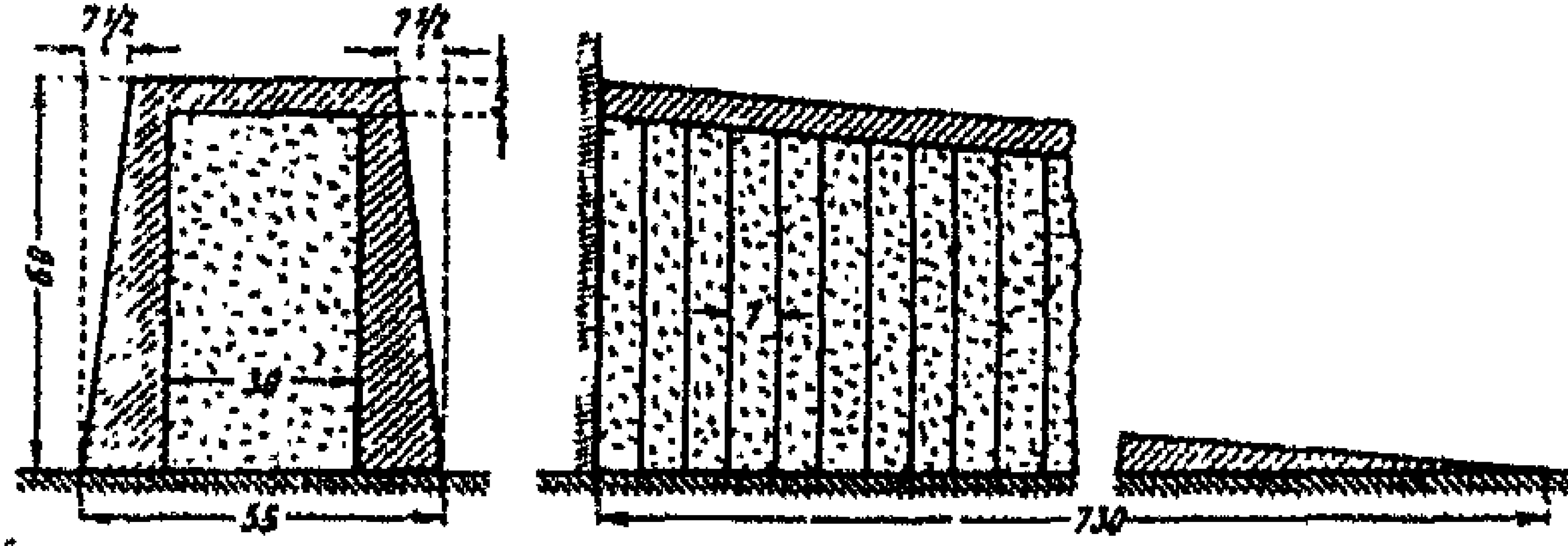
٣- ورغم ذلك، فقد عثر على بقايا آثار المنحدرات فى مصر: رُفِعَت بقايا منحدرات إنشائية شرق هرم ميدوم، والجزء من المنحدر الذى مازال موجودا بجوار الجانب الداخلى للبوابة الأولى غير المكتملة فى مدخل الكرنك (شكل)١١٥... إلخ.

٤ - وقد تأكد أسلوب إنشاء المنحدر من الطوب اللبن من واقع النصوص المصرية نفسها. وخاصة فى بردية أنستازى الأول، ٢,١٤ - ١٤,٨، فى عصر الدولة الحديثة (١٥٦٧-١٠٨٥ ق. م):

"سيتم إنشاء منحدر بطول ٧٣٠ ذراعا، وعرض ٥٥ ذراعا، ويحتوى على ١٢٠ حجيرة مملوءة بالأخشاب والبوص، وترتفع حتى ٦٠ ذراعا بجوار الجانب العلوى (جانب القمة: حر.د3د3.ب hr.d3d3.f "نحو رأسها")، وبمقدار ٣٠ ذراعًا فى الوسط (حر-إب.ف، hr-ib.f "فى قلبه"، عند وسطها. وكل حجيرة بطول ٣٠ ذراعًا، وعرض ٧ أذرع، وارتفاع جدارها Chausèe. ترى كم كان يلزم لها من أعداد الطوب؟

ولقد كانت مقاسات الطوبة المستطيلة فى عهد الدولة الحديثة، والتى اكتشفها فليندرز بيترى ١٨٤,. × ٨١,. ؛ ١٤٨,. × ٧٢,. (جوستاف جيكويه Gustave Jéquier، موجز علم الآثار المصرية، عناصر العمارة Manuel d'Archéologie égyptienne. Les éléments de l'architecture، باريس، أ.بيكار A.Picard، ١٩٢٤، ص.١٥).

ومن الممكن حساب المساحة الكلية للمنحدر، ثم مساحة حجيرات الطوب والتى يبلغ عددها ١٢٠، والمملوءة بالخشب والبوص على التناوب، ومنذ ذلك الوقت، كان يتم حساب أعداد الطوب فى كل حجيرة، ويبلغ ١١٦ طوبة. وبذا يكون العدد الكلى للطوب فى المنحدر:١٣٩٢٠. على أن الكاتب المصرى لم يقم هنا بالحساب.



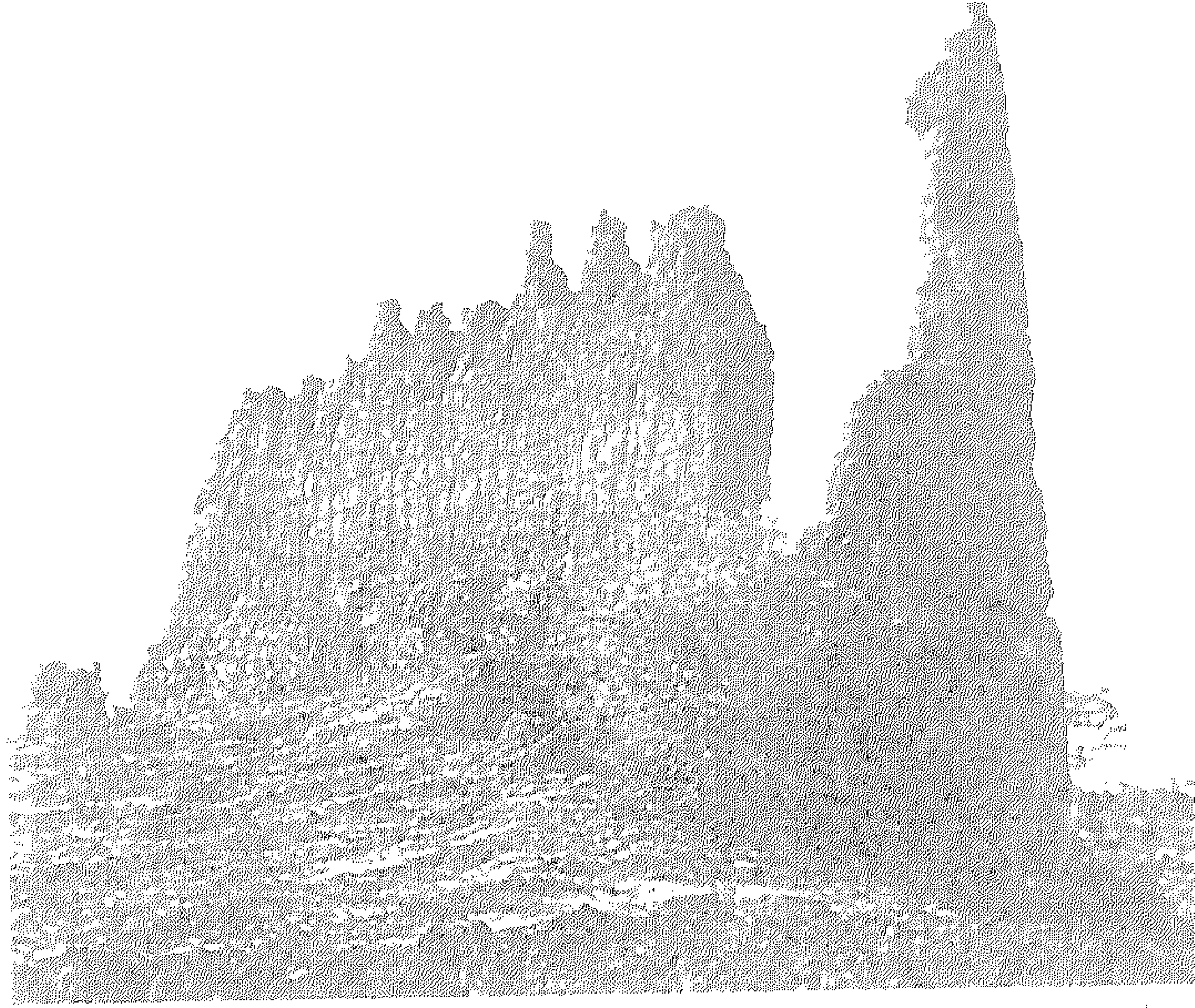
شكل ١١٤: المنحدر حسب المعطيات الرياضية لبردية أنستازى الأول (١٤,٢ - ١٤,٨):

أوتونويجباور Otto Neugebauer، هندسة النصوص الرياضية المصرية القديمة Die Geometrie der ägyptischn mathematischen Texte، مرجع سبق ذكره (١٩٣١)، ص.٤٤٢.



شكل ١١٥: منحدر من أكوام الطوب اللبن ظل جزء منه باقيا على الواجهة الشرقية للبوابة الرئيسية الأولى للمعبد الكبير فى الكرنك، ولقد كان هذا المنحدر يستخدم لإنشاء الصروح المعمارية. وهناك شواهد مؤكدة على استخدام المنحدرات على مدار العصور المختلفة منذ الدولة القديمة (٢٧٨٠-٢٢٨٠ ق. م).

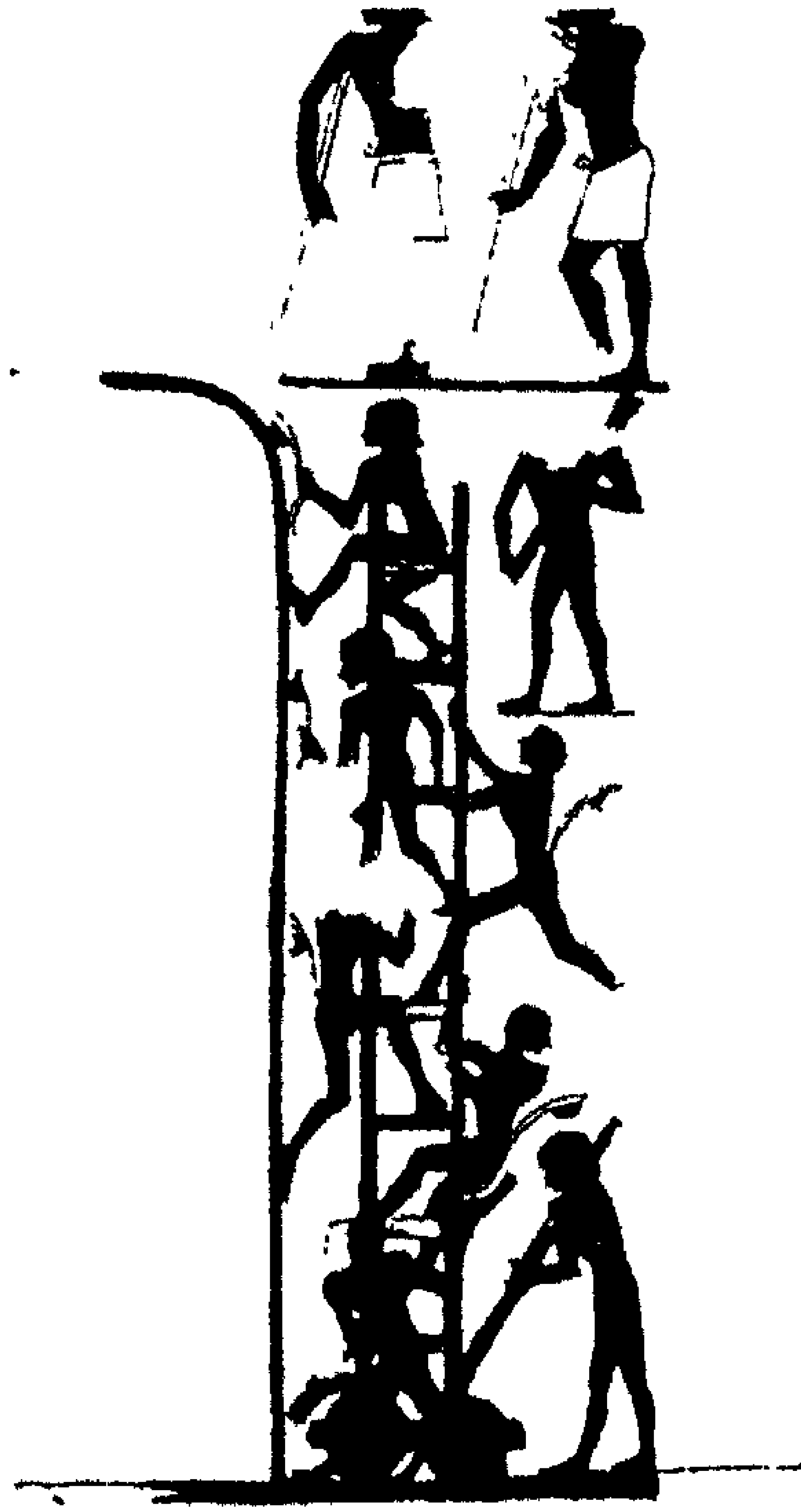
المصدر: إ.إ.س. إدواردز I.E.Edwards، أهرامات مصر The Pyramids Of Egypt، بنجوين، طبعة ١٩٨٧(الطبعة الأولى ١٩٤٧)، لوحة رقم٦٢.



أطلال قصر الملك أجادجا **Agadja** وقد انهار منذ زمن (أبومى **Abomy**)

شكل ١١٦: كان الملك أجادجا فاتحا كبيرا ومعروفا للقادمين إلى أفريقيا فى القرن السابع عشر تحت اسم "ترودو Troudo". وقد وصل إلى البحر، لكى يؤمن التجارة مع الأوروبيين. وفى عام١٧٢٧ أمر بقياس مساحة مملكتــه فــى اتجــاه الجنوب، من قصردانهومى Danhomè (داهومى) حتى شاطئ كيــدا Quidah: وقد وجد أنها ٢٣٥٠٢ قضيب خيزران Bambous (حوالى ٢٠مترا). ولابــد أن قصر أجادجا كان صرحا ضخما من واقع الأطلال الباقية منه، ولابد أنه قد كــان من الضرورى بناء منحدرات أو سلالم.

المصدر: ب. ميرسيه P.Mercier، حضارات بنين Civilisations du Bénin، الجــمعــية الأوروبيــة لــنــشــر الـــمطبوعات الــمــصــورة الــحديثـــة Société Continentale d'Èditions Modernes Ilustrées، بـــاريس، ١٩٦٢، ص ٧٥.



شكل ١١٧: سلم: حفر بارز فى مقبرة كيمحيسيت (Kaehesit) Kaemheset، عند سقارة، ترجع للأسرة الخامسة (٢٤٥٠-٢٢٩٠ ق. م) والسلم من النوع النقالى، يتكون من دعامتين تتصلان بقضبان عرضية فيما بينهما. ويرتكز السلم على عجلتين للتنقل به من مكان لآخر بسهولة.

ويطلعنا سلم كيمحيسيت النقالى ذو العجلات هذا على أن العجلات كانت معروفة فى مصر منذ الدولة القديمة.

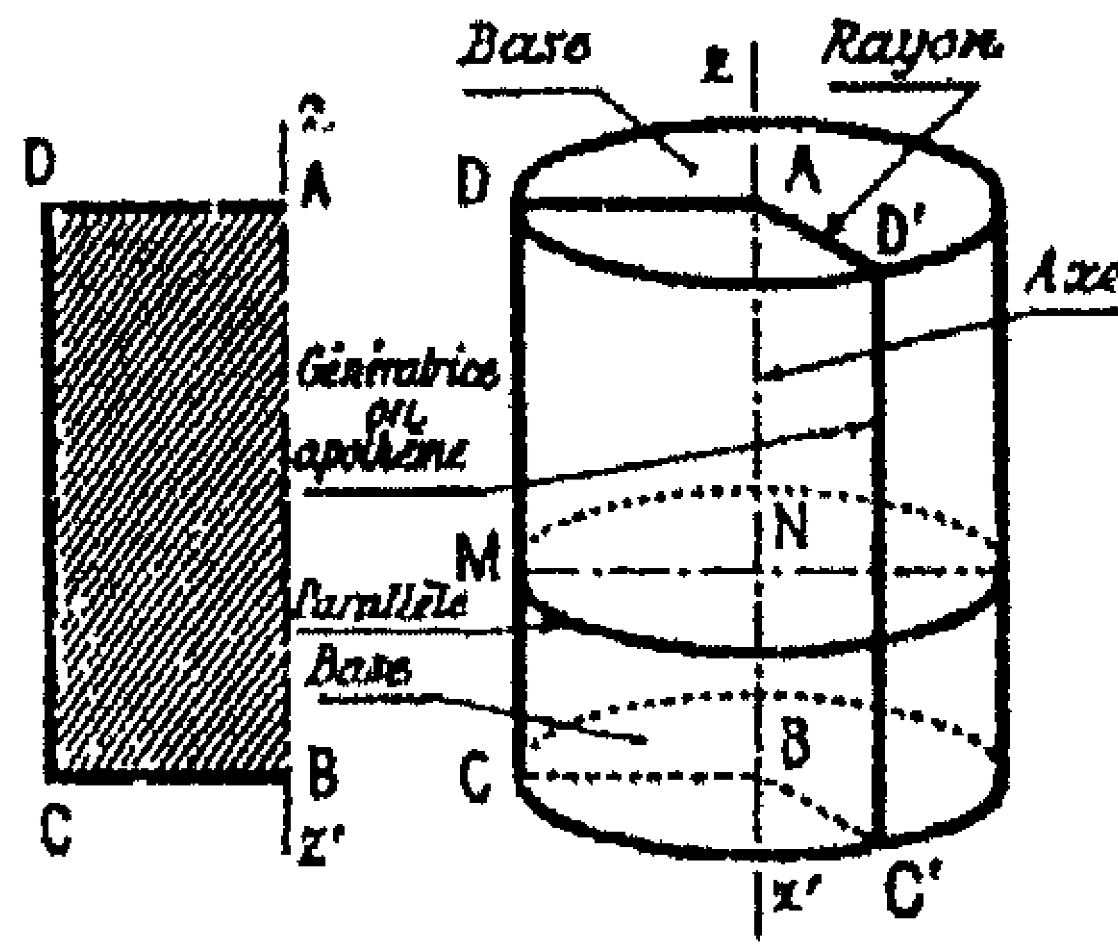
المصدر: س. كلارك، ور. إنجلباخ S.Klarke et R. engelbach: فن البناء المصرى القديم، صناعة البناء .The building Craft Ancien Egyptian Masonary، لندن، همفرى ميلفورد Humphrey Milford، ١٩٣٠، شكل ٨٣.

XXVIII

الإسطوانة

Cylindre

١ – **الإسطوانة Cylindre** (فى اللاتينيــة cylindrus، مــستعارة مــن اليونانية كوليندروس kulindros، بمعنى لفيفة أو ملف rouleau، والمشتقة مــن كوليندو Kulindo "يلف أو يدور rouler"، "ملفوف etre roulé" مــستدير فــى استقامة، والإسطوانة المسمطة solide تتولد من دوران مستطيل حول أحد جوانبه. وفى محاولته لتجديد مفردات اللغة، أطلــق جيراردیــسارج desargues Girard (١٥٩٣-١٦٦٢) على الملف rouleau لفظ المسمط الإسطوانى أو المخروطــى Solide Cylindrique ou Conique.



شكل ١١٨: الإسطوانة عند دوران المستطيل ABCD حول المحور AB، تتولد إسطوانة: إسطوانة دوران أو إسطوانة دائرية مستقيمة.

والجانب الثابت AB هو محور الإسطوانة.

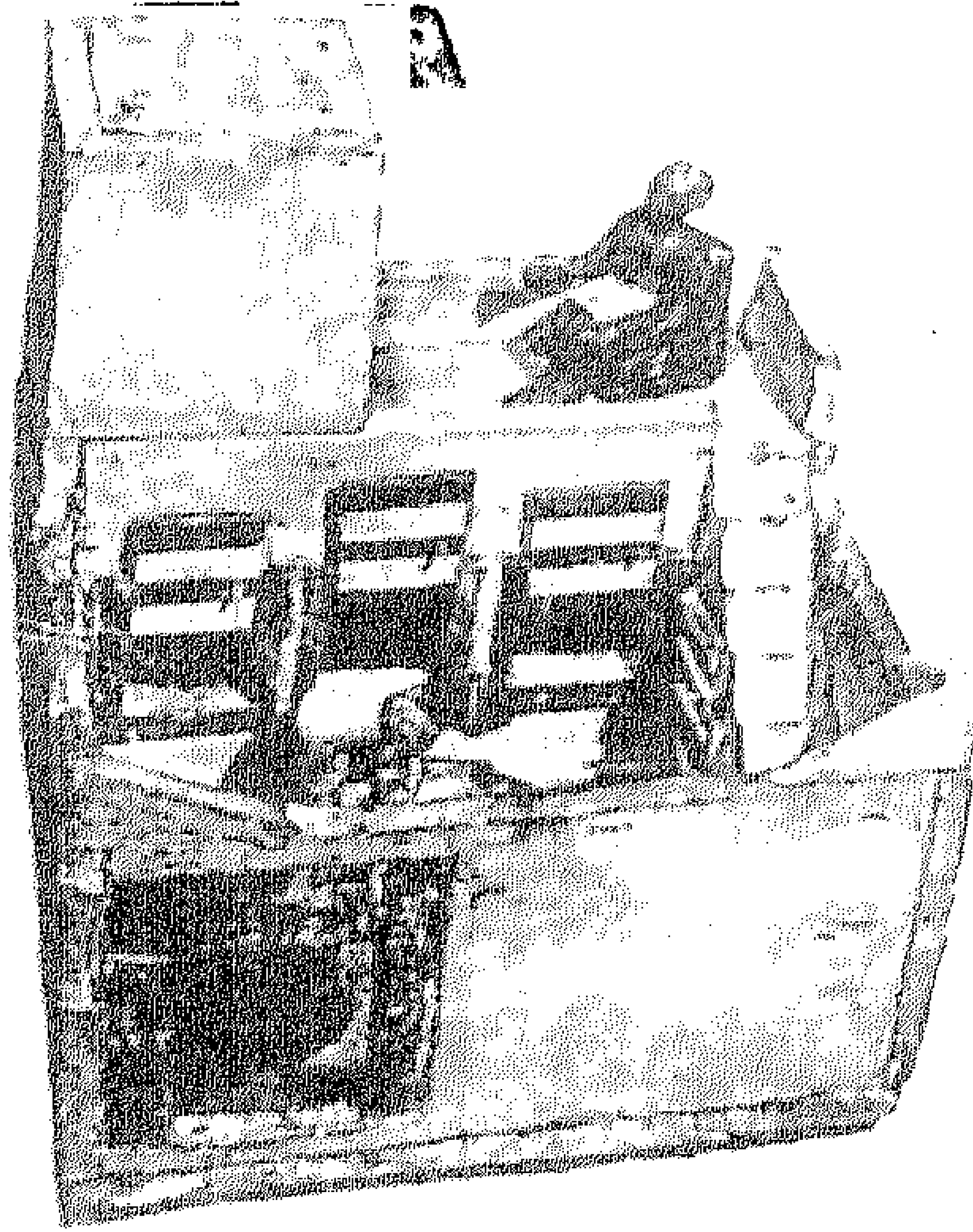
وتولد الواجهتان AD، BC دائرتين متساويتين حيث تكون مستوياتها متعامدة على المحور AB.

وهاتان الدائرتان هما القاعدتان، والمسافة بينهما هى ارتفاع الإسطوانة.

٢ – وفى اللغة الرياضية المصرية القديمة كان يقال للإسطوانة الدائرية المستقيمة s3 dbn,shaǎ deben؛ حرفيا: وعاء مستقيم (shaǎ)، دائرى (deben).

هذا وتترجم الكلمات S3 dbn Shaǎ deben على النحو التالى "شونة الغلال المستديرة"، وهو ما يمثل سخرية تعكس المفهوم. إذن أين كلمة "شونة الغلال grenier" فى التعبير شى دبن s3 dbn ؟

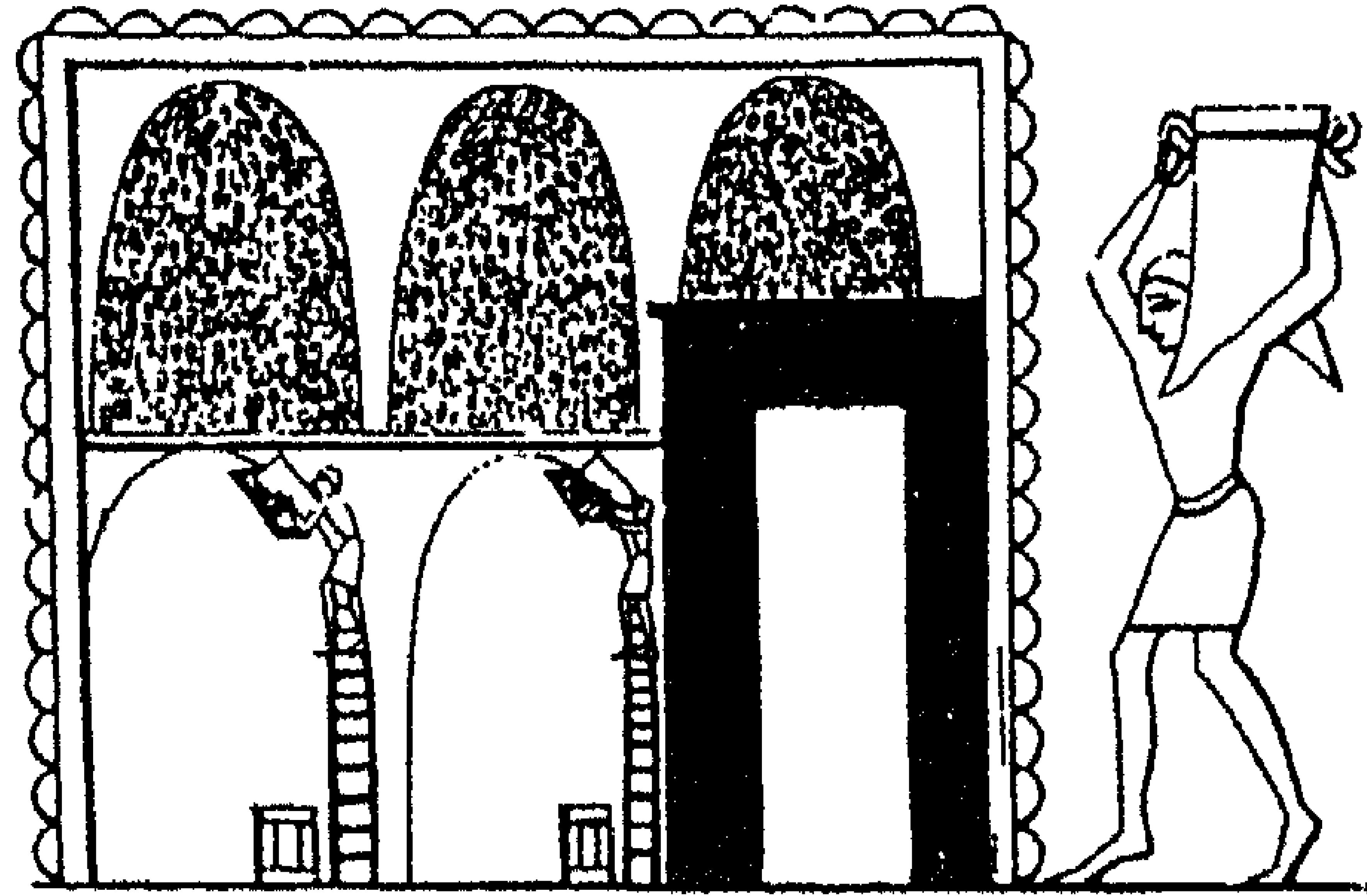
ففى اللغة الفرعونية نجد أن الكلمة التى تعنى شونة الغلال هى: سنوت، سحينوت snwt, shenout (جاردينيه: قواعد اللغة المصرية القديمة Egyptian Grammar، ص٤٩٨، وص٥٩٥).



شكل ١١٩: نموذج لشونة الغلال (سنوت، سحينوت snwt,shenout) من عصر الدولة الوسطى (٢٠٥٢–١٧٧٨ ق.م). العرض ٤٤سم. المتحف البريطانى (رقم٢٤٦٣).

ولقد كان المصريون القدماء يقومون بتخزين مختلف أنـواع الغـلال فـى (صوامع) منفصلة. وكانت كل صومعة مزودة بباب منزلق قرب منسوب سـطح الأرض. وفوق السلم كان هناك حارس لمراقبة حركة الغلال الجاهزة، بينما يقـوم عامل آخر بطحن الغلال فى الفناء.

وإذن، فعندما تتم ترجمة الجملة [hieroglyphs] شيـس دبن سحا ديبـين s3c dbn shaă deben ب "شونة غلال مستديرة"، بدلا من إسـطوانة دائريـة مستقيمة، يكون المعنى معكوسا. ولماذا يكون ذلك النموذج من شونة الغلال "شونة مستديرة"؟ فالشونة المصرية النموذجية كانت عبارة عن مجمع معقد من الصوامع Silos، ويضم فناء، وسلما، وإنشاء للمراقبة للسيطرة والتحكم فى تداول الغلال.



شكل ١٢٠: فناء يضم شوَن الغلال وأكوام (رحى meules علـى شـكل مخروطى) القمح.

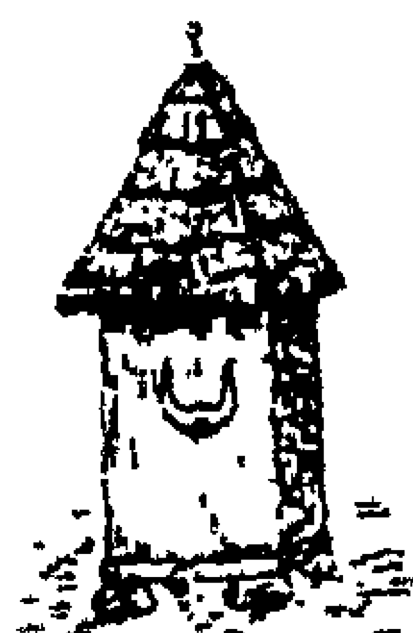
المصدر: هاينريش شيفر Heinrich Schäfer قواعـد الفـن المـصرى Principles of Egyptian Art، تحريـر إيمـا برونـرترويـت Emma Brunner Traaut، وترجمة جون بينيز John Baines مع مقدمـة بقلـم إ.هـ. جومبرتش E.H. Gombrich، أوكسفورد، معهد جريفيث Griffith Institute، ١٩٨٦، ص ١٣٦.

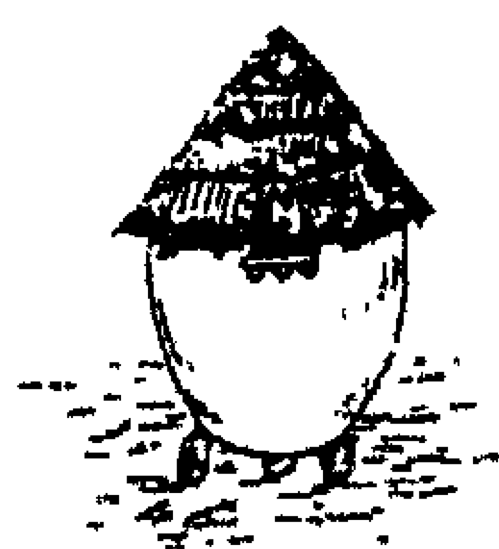
ومن الممكن أن نرى من ذلك الشكل كيف تشبه الشون الشكل الإسطوانى. ويتم التخزين فيها من أعلى (من خلال فتحات مستطيلة)، وذلك بمساعدة سلم، وتتم عمليات السحب والتفريغ من أسفل. والواقع أن تلك الشون ليست إسطوانية الشكل: ".. والشون الحقيقية كانت على هيئة القباب the actual granaries were dome -shaped..". (جاردنر gardiner، قواعد اللغة المصرية Egyptian Grammer، ص.٤٩٨). (وقد تم مراجعة من الترجمة بمعرفتنا)

ويعنى ذلك أن الشوّن كانت على هيئة نصف الكرة demi-sphère، أى شكل إسطوانى كردى Cylindro- sphérique. ولذا لم تكن شوّن الغلال المصرية القديمة مستودعات إسطوانية الشكل تماما: إنها لم تكن إسطوانية بالمفهوم الهندسى والرياضى للمصطلح.

وعلينا أن نلاحظ أيضا أن السلم كان موجودا فى مصر منذ الدولة القديمة، وأن الكلمة لا علاقة لها باللغة السامية:

فى اللغة المصرية القديمة مإكت، ماكيت m3kt,maqet, maket "سلم échelle" فى اللغة العبرية سلّم Sullam "سلم échelle" فى اللغة العربية سُلَّمْ (ون) Sullamun "سلم échelle" فى اللهجة اللبنانية العامية سللوم sellom "سلم échelle" أنواع شوّن الغلال خارج نطاق وادى النيل. وهى تخص شعوب السينوفو Senouf (أو السينا siena) والذين يحتلون منطقة تتقاسم اليوم جزءا من ساحل العاج، ومالى وبوركينا فاسو.


شونة مستطيلة

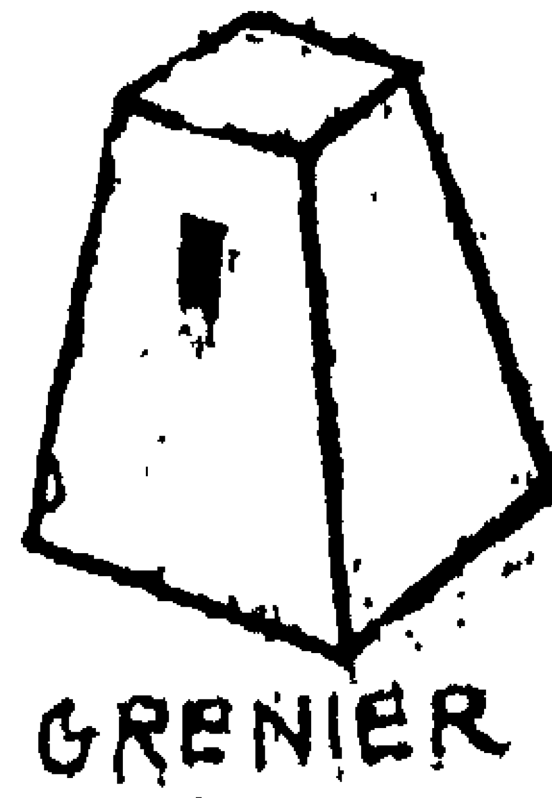

شونة بيضاوية


شونة إسطوانية

شكل ١٢١: يلاحظ أن أنواع الشون الثلاث لها سقف مخروطى وهى مستقلة عن المناطق السكنية. وتستخدم لحفظ الحبوب: الأرز، الذرة الصفراء mil، الذرة البيضاء sorgho، والإنام ignames، ويتم إزاحة الغطاء للسحب منها. وأحيانا ما تزود بفتحة مستطيلة تحت السقف بقليل.

وأنواع الشُوَن الثلاث يتم بناؤها مثلها مثل الأكواخ البدائية، من أنواع من الطوب اللبن ذى مقاسات صغيرة، أو من الطين الرخو molle غير المشكل، وعليه طبقة ملاط من الداخل والخارج، ويتم رفعها عن الأرض بكتل ضخمة من الحجارة ترتكز عليها: ثلاث كتل حجرية للشون الإسطوانية والبيضاوية، وأربع للشون المستطيلة. ولكل الشون تقريبا، نجد على إحدى واجهاتها عدة وجوه لها، ونحتا بارزا يمثل أشكالا، تكون ملونة أحيانا، وتتنوع الشون الإسطوانية والمستطيلة فى الطول من ١ إلى٣ أمتار، وأحيانا أكثر.وهناك بعض منها منشأ بمهارة عالية يضيق عند القمة عنه عند القاعدة. وتزود الشون التى يزيد طولها على الشخص العادى بسلم.

انظر "موريس ديلافوس Maurice delafosse، شعوب سينا أو سنوفو le peuple Siéna ou Sénufo لإى مجلة الدراسات الإثنية والسوسيولوجية revue des Ètuudes Ethngraphique et Sociologiques، باريس، رقم ٢، فبراير١٩٠٨، ص ٨٩،٩٠، واللوحة ٥.



شكل١٢١مكرر: شونة

شونة دوجون dogon

إله الماء، باريس، منشورات شين Èditions Chène، ١٩٤٨،ص. ٥٣.



شكل ١٢٢: وعاء للكحل Kohl من الخزف المزخرف. الارتفاع: ٥ســم. الدولة الحديثة، الأسرة الثامنة عشرة.

(متحف) القاهرة رقم: .jE 31244=cg 3979

وقد كان استخدام أوعية أو أنابيب الكحل منتشرا فى الدولة القديمة (٢٧٨٠-٢٢٨٠ ق. م)، إلا أنه لم يصبح موضة إلا فى الدولـة الحديثـة (١٥٦٧-١٠٨٥ ق.م). والكحل Kohl هو مسحوق خضاب للعين.

وهذا الوعاء عبارة عن إناء (شئ S3) دائرى (دبـن dbn)، أى إسـطوانة مصمتة، إسـطوانة، " لفيفـة rouleau "، إذا مـا اسـتعرنا لغـة ج. ديـسارج Desargues (١٥٩٣-١٦٦٢)، وهو رياضى فرنسى ولد فى مدينة ليـون، وقـد درس الهندسة البحتة، والمنظور، وفنون نحت الحجر.

والإسطوانة هنا على أرض الواقع، عبارة عـن مجموعـة مـن الـدوائر المتساوية (والمتوازية) تتعامد مستوياتها على محور يمر بمراكزها على التـوالى، وهى القواعد، أما المسافات بينها فهى ارتفاع الإسطوانة.

ولذا فإنه من الضرورى إجراء التصحيحات التالية:

شا دبن، سحى ديبــين s3 dbn, shaa deben، "إســطوانة دائرية مستقيمة"، وليست "شونة بقاعدة مستديرة". أين كلمــة "شــونة "grenier؟، وأين كلمة قاعدة "base" ؟

شا إف د، سحى إفيد s3 ifd, shaa ifed، "منــشور قائم الزاوية" أو "مكعب"، أو متوازى مستطيلات قائم الزاوية حسب الحالة، إلا أنــه لا يمكن أن تكون الترجمة شونة مربعة grenier carré إطلاقا. أين هــى كلمــة شونة grenier؟

شا، سحى، "حيِّــز "espace"، "حجــم "volume"، ولــيس "شونة قمح". أين كلمة شونة، على الأقل: "حجم من القمح".

شنوت، سحينوت snwt, shenout، "شونة "grenier"، على الأقل: "حجم من القمح volume de blé".والعادة التى جــرت بالترجمــة علــى النحوالتــالى: "شــونة مربعــة grenier carré"، و"شــونة مــستطيلة grenier rectangle"، و"شونة مــستديرة grenier ronde"، و"شــونة بقاعــدة مــستديرة grenier á base rond"، إنما تعمل على تشويه حكم جمعى مسبق، وشائع بما فيه الكفاية، وهو أن الرياضيات المصرية هى رياضيات "عملية"، "مادية"، و"ســوقية"، ولا علاقة لها بتاتا بالتجريد والفكر والعلم. والخلاصة، أن المصطلح الرياضــى لا يمكنه حينئــذ إلا أن يكــون كــذلك "تجريبيــا empirique"، "ماديــا"، و"متــدنيا Sale..إلخ"(!!)

وفى مجال الزراعة، تشير الكلمة rayon: إلى الخط الذى يتركه المحــراث خلفه فى الحقل. أما فى الرياضيات، فيختفى ذلك المعنى بمجرد ما نقول أن تلــك الكلمة تعنى نصف القطر. والكلمة الأكادية akkadien "بيركــو pirku " تعنــى "سهم flèche"، وكان الرياضيون البابليون يستخدمونها بمعنى نصف القطر. وبــذا كان علماء الرياضيات البابليون يرتفعون بالمحــسوس concret، إلــى مــستوى

التجريد abstrait. ولقد كان ذلك مجهودا خارقا، مستحيلاً على عقلية الرياضــيين المصريين أن تصل إليه. يجب علينا أن نقوض أركان مثل ذلك الأمر المفــروض علينان والذى ليس له أى أساس أو سند فى فقه اللغة.

٣- **حجم الإسطوانة.** يساوى حجم الإسطوانة حاصل ضرب مساحة القاعدة فى الارتفاع.

الحجم = $\pi R^2 H$.

ولما كانت القاعدة على شكل دائرة، فإن حساب مــساحة الــدائرة يــستلزم حساب مساحة الدائرة بدلالة نصف القطر: $S = \frac{2\pi R \times R}{2} = \pi R^2$

وإذا كان القطر d، فإن $R = \frac{d}{2}$، وإذن فإن $S = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi d^2}{4}$

٤ – كان المصريون القدماء يعرفون تماما كيفية حساب حجم الإســطوانة (بردية راند Rhind، المسألة رقم ٤١):

(١)

(٢)

(٣)

(٤)

الترجمة:

(١) مثال لحساب (تب ن إرت tp n irt) (لحجم) إسطوانة دائرية مستقيمة (ش إ دبن dbn s) قطرها ٩، وارتفاعها ١٠.

(٢) تقوم بطرح ٩/١ من ٩ ليكون الناتج ٨ (حب. حر.ك hb.hr.k 1/9 ن n ٩ م m دايت ٨ d3t 8).

(٣) اضرب 8 فى 8 (واح تب م 8 ر سب 8 w3h tp m8 sp8 8).

(٤) النتيجة ٦٤ (حبر. حر ٦٤ r. 64 hpr).

وفى ذلك الجزء الأول من المسألة، يقوم الكاتب بحساب مساحة قاعدة الإسطوانة، والتى على شكل دائرة: وهو يطرح ٩/١ من القطر ويقوم بتربيع الباقى، أى ٨، لتكون مساحة قاعدة الإسطوانة ٦٤.

ويستخدم الكاتب صيغة حساب مساحة الدائرة بكل دقة:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi 9^2}{4} = 64.$$

علما بأن قيمة النسبة التقريبية π تساوى 3.1605

وفى الجزء الثانى من المسألة، يحسب الكاتب حجم الإسطوانة أيضا بالأذرع المكعبة:

(٥)

(٦)

الترجمة:

(٥) إضرب ٦٤فى ١٠ (إرإ. ح إ. ك واح تب م ٦٤ ر سب iri.hr.k w3h tp m 64 sp 10).

(٦) النتيجة (حجمه) هى ٦٤٠ (ذراع مكعبًا).

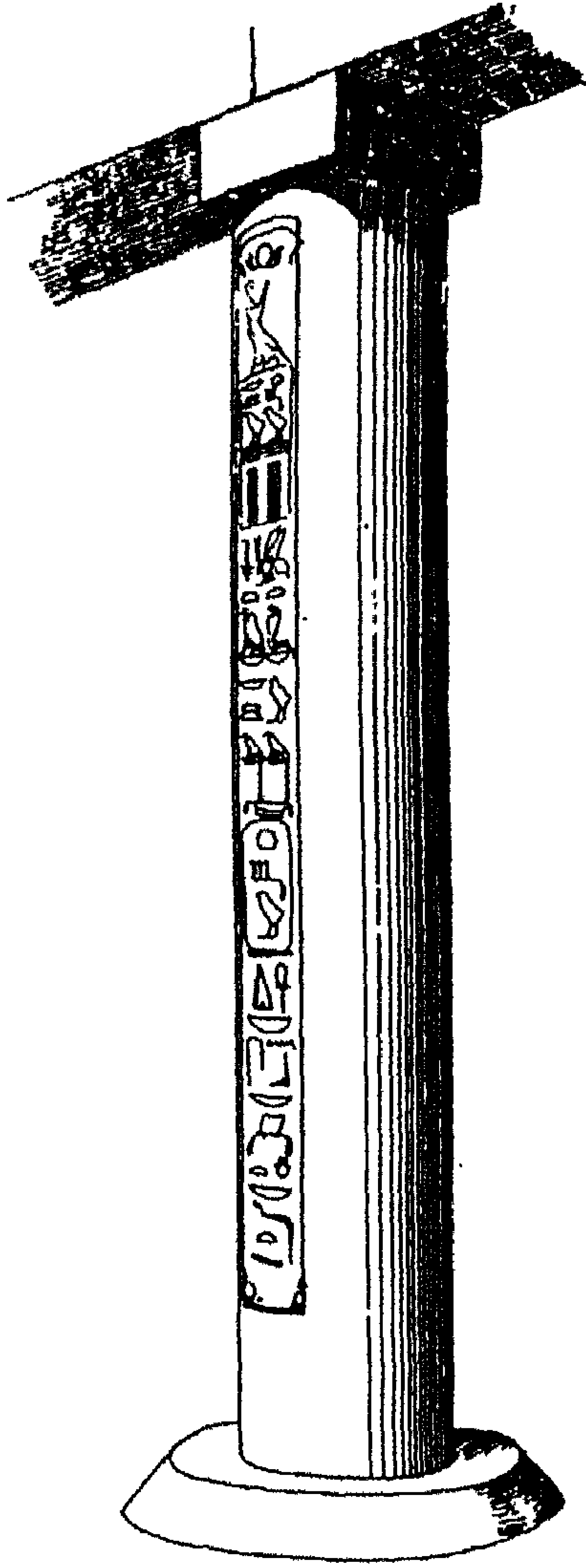
ويكون حجم الإسطوانة بالأذرع المكعبة ناتجا من ضرب مساحة الدائرة، والتى تمثل قاعدتها، فى الارتفاع. وقد استخدم الكاتب صيغة حجم الإسطوانة بكل دقة على النحو التالى: **حجم الإسطوانة يساوى حاصل ضرب مساحة القاعدة فى الارتفاع**. وذلك فكر رياضى، دقيق، ومجرد.

وفى الجزء الثالث من المسألة، يحول الكاتب الحجم بالأذرع المكعبة إلى ١٠٠ "هيكات hekat" مضاعفة أربع مرات quadruple ("الصاع الفرنسى Boisseaux")[1]. ولقد تم كل ذلك قبل ألف عام من مولد أول رياضى يونانى، طاليسThalès (حوالى ٦٤٠ – حوالى ٥٤٦ ق.م).

(٥) **قوام جذع العامود والهندسة:** العامود هو شكل مشيد فى الفراغ، يقوم على الهندسة. ولذا يمكن شرح هيئته وطريقة إنشائه بواسطة الهندسة.

وكانت المادة الخام الأولية عبارة عن كتلة رأسية من الحجر، يلزم تشكيل فورم السطح الإسطوانى للعامود منها بالحفر والطرق.. إلخ. ولذا كان النحات الذى يشكل الحجر فى مصر القديمة يعمل بطريقة التقصيب والتشطية équarrissage، أى أنه كان يقوم بالتفصيل بالزاوية القائمة. The Pyramids of Egypt (**إ.إى. س.إدواردز** I.E.S. Edwards: أهرامات مصر – Penguin Books، طبعة ١٩٨٥، اللوحة رقم ٥٩).

(١) يساوى ١٠ لترات تقريبا– المترجم.



شكل١٢٣: عــامود إسطوانـــى من الدولة القديمـــة (نقــلا عــن بوركهــارت Borchardt مقـــابر الملـــوك التاريخيـــة Grabdenkmal des Königs، SahuRe,I,pl.XI).

وقـــد كــان الفرعـــون ســاحورا Sahoura (٢٢٤٢ – ٢٤٣٠ ق.م) هــــو العاهل الثانى فى الأسرة الخامسة. وكــان الابــن الأصـــغر لمنقـــرع Menkaoura (ميسيرينوس، ميكيرينوس Mycerinus, Mykérinus). وكان الـــشكل الهندســـى الإسطوانى معروفا فـــى عمـــارة الحجـــر بمصر القديمة. والعامود ذو جذع إسطوانى مجرد دون أى بروزات. وفى عهد الأسرة الخامسة، كان القطر ينفذ بمقاس واحد عند الطرفين بكل دقة. أما فى عهود الرعامسة، كان هناك تناقص خفيف فى القطـــر مـــن أسفل لأعلى. وفى عصر الدولـــة القديمـــة أيضا ازدادت امتدادات الأعمدة (بارتفـــاع يساوى 6,5 قطر من القاعدة حتى العتـــب العلوى architreave).

وهذا هو مفهوم الإسطوانة. وإذن فالمـــسألة ليـــســـت "شـــونة إســـطوانية grenier cylindrique" لتسمية وتحديد هذا الشكل الهندسى والمعمارى.

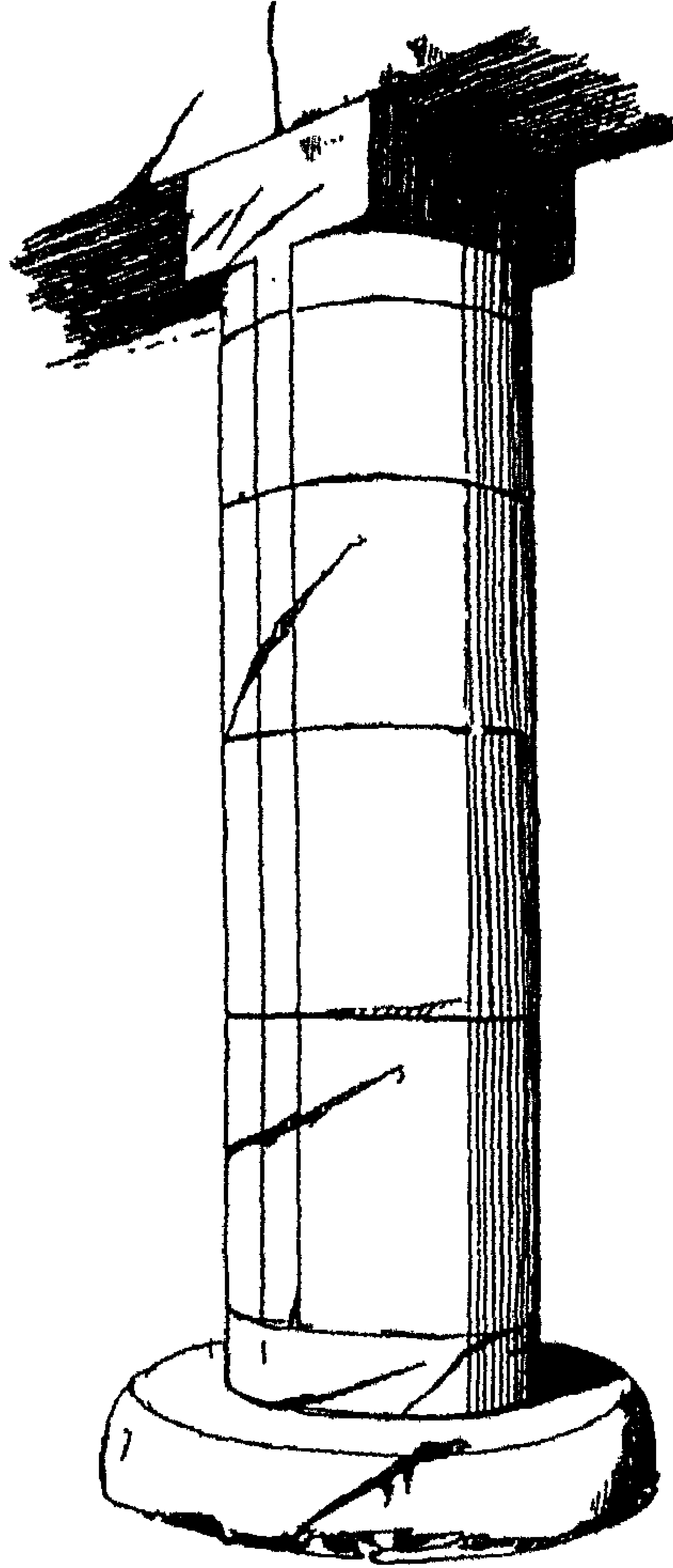
ولكى يتم تشكيل كتلة رأسية من الحجارة علــى هيئــة جــذع إســطوانى للعامود، كان نحات الحجر يقوم بتخطيط دائرة على الواجهة العلوية لكتلة الحجــر، فى وضع أفقى، بحيث ينسلخ منها العامود فى وضع رأسى.

ومن الناحية الهندسية، يعيدنا ذلك إلى اعتبار الإسطوانة القائمة ذات القاعدة المستديرة كشكل هندسى يتولد من تحريك خط مستقيم متوازيا مــع نفــسه، علــى امتداد دائرة فى مستوى متعامد. وبذا تتولد الإسطوانة بواســطة مولــدين للــسطح الإسطوانى géneratrices هما: الاتجاه المستقيم الرأسى، والدائرة. والدائرة هــى القوس المباشر، حيث إنه يدير حركة الخط المستقيم. ومن الممكن توليد الإسطوانة بتحريك الدائرة على طول الخط المستقيم، متوازيا مع نفسه.

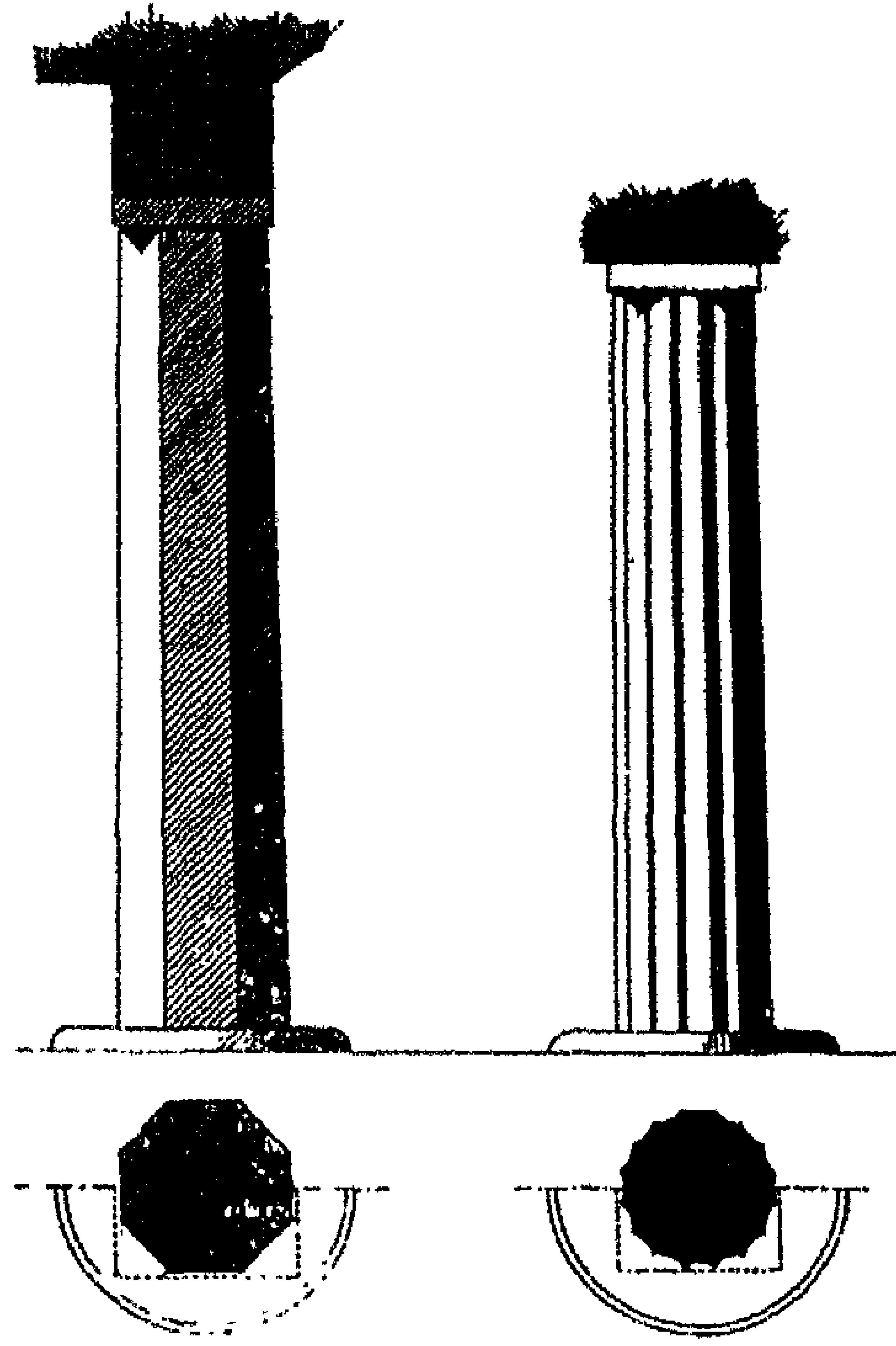
وتتعلق تلك الطرق الهندسية بتوليد الإسطوانة القائمة ذات القاعدة الدائريــة، وهى تلك الأعمدة الإسطوانية فى عهد الدولة القديمة: فقد كان القطر واحــدا عنــد طرفى العامود (شكل ١٢٣). ومن الممكن توليد أسطح إسطوانية أخرى بتحريــك خط مستقيم متوازيا مع نفسه، على طول منحنى ما.

وتلك هى الحالة للأسطح المخروطيــة surface coniques علــى ســبيل المثال، وكذا للأجسام المخروطية Conoides، والأســطح الدورانيــة، وأغلفــة فصائل الأسطح ذات المحيط، والتى كانت موضــوعات دراســة جاســبار مــونج Gaspard Monge (١٧٤٦-١٨١٨)، أبو الهندسة الوصــفية La géometrie descriptive.

ولقد استخدم المصريون القدماء، وهم يعالجون مسائل الــسطح الإســطوانى للعامود، قواعد الهندسة الوصفية فى أسلوب عملى واقعى واثق من نفسه: **يجب أن تتوفر فكرة أسلوب توليد الإسطوانة بدءا من الكتلة الحجرية كى يتم التوصل إلى الجذع الإسطوانى للعامود.**



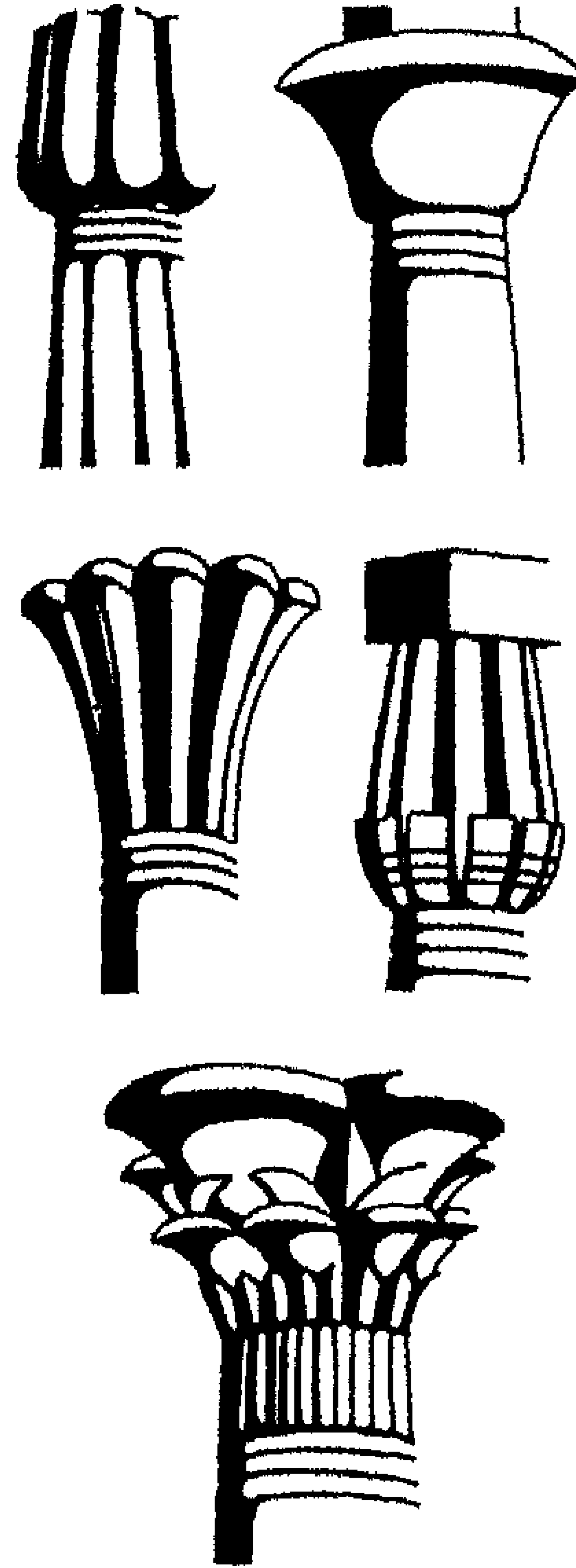
شكل ١٢٤: عامود إسطوانى من الدولة الحديثة (معبد سيتى الأول فى أبيدوس) كان سيتى (١٣١٢-١٣٠٠ق.م) ثانى ملك فى الأسرة التاسعة عشرة، وهو ابن رمسيس الأول، ووالد رمسيس الثانى، وقد وصل فن الحفر البارز فى عهده إلى أوج ازدهاره. وقاعدة هذا العامود ذى الجذع الإسطوانى عبارة عن قرص سمك، ينتفخ عند الحافة (ويبلغ طول العامود حوالى خمسة أمثال ونصف القطر).



شكل ١٢٥: عامودان: الأيسر ذو ثمانى واجهات (مقطع مـــثمن للجـــذع)، والأيمن ذو ١٦ أخدودًا، من الدولة الوسطى (عن نيـــوبيرى Newberry، بنـــى حسن،I، لوحة رقم٥،٤).

لم تكن تلك الأعمدة ذات الأخاديد cannaleés إسطوانية المقطع. والعامود المخدد متعدد الأضلاع. وهى لم تظهر فى الآثار المعمارية المصرية القديمـــة إلا من بداية الدولة الوسطى (٢٠٥٢-١٧٧٨ق.م). وفى الدير البحرى، هناك طـــراز مثمن من هذا العامود المخدد (المعبد الجنائزى لمنتوحتبMentouhotep، الأسرة الحادية عشرة)، وقد تم توظيفه بجوار أعمدة مربعة. وظلت الأعمدة المثمنة، ذات الأخاديد المستقيمة فى إحدى مقابر بنى حسن متساوية الطول الذى يبلـــغ خمـــسة أمثال القطر عند القاعدة. ويبلغ مقدار الإنقاص التدريجى فى القطر حتـــى القمـــة حوالى ١/٩. وكل تلك الإنجازات المعمارية إنما تكشف عـــن هندســـة متقدمـــة.

والأخاديد تكون مسطحة تماما أو مقعرة قليلا. والعامود الدوريانى L'ordredorique اليونانى، هو نفس العامود المصرى ذى الواجهات الست عشرة.



أعمدة مصرية capiteaux شكل ١٢٦: تيجان

أنواع مختلفة من تيجان الأعمدة.

الرسم الهندسى متكامل ومتناسق.

العامود هو ابتكار للعمارة المصرية.

وقد أضفت عليها روح العمل الحق طبقا لتعاليم ماعت Maăt، الهارمونية الكونية، مما أكسب الإنجازات المصرية سحرا ثابتا ومستمرا.

XXIX

حجم متوازى المستطيلات قائم الزاوية

Volume du parallélépide rectangle

١ – **الحجم**: هو ذلك الجزء من الحيز الذى يتضمنه السطح الداخلى لجسم صلب، فهو يتعلق بالمحتوى contenu الموجود داخل الحاوى contenant: أى قدرة سعة contenance ذلك الحاوى (الوعاء).

٢ – **حجم متوازى المستطيلات قائم الزاوية**: يكون حجم متوازى المستطيلات قائم الزاوية مساويًا الحاصل ضرب ثلاثة أبعاد (الطول فى العرض فى الارتفاع).

$$V = a \times b \times c$$

٣– كان لدى المصريين القدماء فهم هندسى دقيق لفكرة الحجم، وهو ما يؤكده على سبيل المثال التعبير التالى:

حيث لدينا الفعل ح اإ h 33 t r.f ح هـ ت ر.ف h3i ، "ينزل descendre"، والاسم r (، "فم bouche": الحيز الذى تشغله المادة التى تنزل فى الفم (المعدة l'estomac) لجسم صلب solide، أى المادة التى يحتويها الوعاء، محتواه { ، ف f }، حجمه، سعته.

٤ – كان المصريون القدماء يحسبون حجم متوازى المستطيلات القائم الزاوية بكل دقة (المسألة رقم ٤٤ من بردية راند Rhind):

(١) [illegible]

(٢) [illegible]

(٣) [illegible]

(٤) [illegible]

(٥) [illegible]

(٦) [illegible]

الترجمة:

(١) مثال للحساب (تب ن إس tp n nis) (ل حجم) متوازى مستطيلات قائم الزاوية (ش إ إف ى s3 ifd).

(٢) لل (ن n) الطـــول (أو ف 3w.f)١٠، للعـــرض ١٠ (س ح وف ١٠ shw.f 10: "عرضه ١٠")، وللارتفاع ١٠(ك أو.ب ١٠ K3w.f 10: ارتفاعه ١٠").

(٣) ما هو الحجم (ب ت ر ه إإ ت ر.ب ptr h33t r.f : ما هو محتـــواه؟") من (م m، "ما يخص" القمح (س ش روssrw) ؟

(٤) اضرب١٠ فى ١٠ (وإه ة ١٠ سب ١٠ w3h m 10sp 10). النتيجة ١٠٠ (هب ر. هر.ب ة ١٠٠ hpr.hr.f m 100).

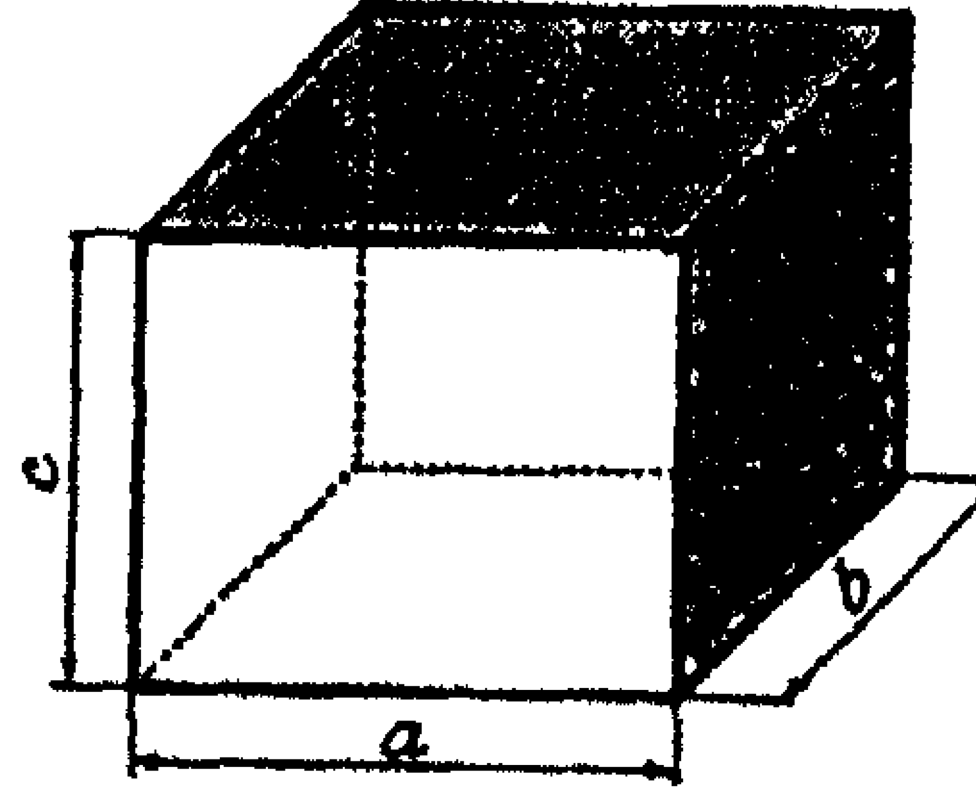
(٥) إضرب١٠٠ فى ١٠(وإه تب م ١٠٠ ســـب ١٠ w3h tp m100 sp 10).

(٦) النتيجـــة ١٠٠٠ (هبـــر. هـــر.ب ة ١٠٠٠ hpr.hr.f m 1000).
والمصطلحات الرياضية موجزة ودقيقة على النحو التالى:

تب tp، "مثال"، "نموذج".

نيس nis، "حساب"، "مسألة".

شا افد S3 ifd، "متــوازى مــستطيلات قــائم الزاوية (وليس "شونة مربعة").



شكل ١٢٧: متوازى مستطيلات قائم الزاوية (سها اى فيــد shaaifed فــى الهيروغليفية) (حاصل ضرب أبعاده الثلاثة) V = a × b × c.

إو، إ أو يو 3w' aou، "الطول" (الحيز).

{ حدد } سهو، سيكو shw, sekou، "العرض".

ك إ و، ك او، كااوو k3w, kaou, qaou، "الارتفاع".

بتر ptr، "ماذا؟"، "ما ؟" (لا يتم ترجمتها بالتنقحر translitérer "بترى ptry").

هاإف ر.ف، هــات-إر.إف h33t r.f, haat-er.ef، "محتواه"، "حجمه".

ويختص الحساب الهندسى للكاتب فى الواقع بحجم متوازى مستطيلات قائم الزاوية والذى يساوى حاصل ضرب أبعاده الثلاثة:

V = L × I × h = 10 × 10× 10 = 1000 ذراع مكعب .

وقد قام الكاتب بتحويل تلك النتيجة الهندسية الخالصة، بعد إجراء الحساب، إلى صاعات فرنسية boisseaux (1500 = 1000 × 3/2 صاعا)، وأخيرا إلى ١٠٠- أربعة أمثال الهيكات 100-quadruple de hekat (1/20 × 1500 = 75).

وإذا ما ترجم المرء: "شونة مربعة" بدلا من "متوازى مستطيلات قائم الزاوية" فيما يتعلق بحساب الحجم بدقة، فكأنه يعاود خلط وتشويش المعطيات الرياضية المصرية، ليطبع فى أذهان القراء تلك الفكرة المطلقة عن تجريبية الهندسة المصرية (والتى روجها الغرب).

غير أن العلم الحق لم يقم بحساب حجم متوازى المستطيلات قائم الزاوية بطريقة مغايرة لما قام به رجل الرياضيات المصرى القديم. ومنذ ذلك الحين، والذى كان "تجريبيا": أو لم يكن ذلك هو العلم الحق أو العلم المصرى؟ وعلى مر تاريخ البشرية، منذ عصور ما قبل التاريخ الموغلة فى القدم، لم يكن هناك سوى نفس المخ البشرى الذى يستخدم الإدراك الحسى العلمى للطبيعة. ومن الممكن أن تتغير النتائج والخبرات، إلا أن مسيرة العلم ظلت واحدة. فوحدات الجهاز العصبى (النيورونات) هى نفسها.

٥ – **حجم المكعب**: المكعب { [hieroglyphs] شاإ افى، سحا إفاى (s3 ifd, shaa ifed) هو متوازى مستطيلات قائم الزاوية (شاإ افى s3 ifd) تكون فيه أبعاد الطول والعرض والارتفاع متساوية.

ومن ثم، فهنا (نفس المسألة رقم ٤٤ من بردية راند Rhind)، لدينا أبعاد الطول والعرض والارتفاع واحدة وهى ١٠. وتختص تلك المسألة أيضا بحجم المكعب.

وحجم المكعب يساوى مكعب الرقم الذى يساوى طول ضلعه:

$$V = a \times a \times a = a^3$$

ومن ثم

$V = 10 \times 10 \times 10 = 1000$. ذراع مكعب

وتلك كانت إجابة الكاتب المصرى القديم. ومـــن الواضـــح أن المـــصريين القدماء كانوا يعرفون كيفية حساب حجم المكعب.

XXX

تحويل الذراع المربعة إلى جوال

Transformation de la coudée cubique en khar

١ – كيف استخدم الكاتب المصرى القديم مبادئ الرياضيات، لتحويل الذراع المكعبة إلى وحدة "الجوال sac" (الخار khar)، ويساوى تضعيفا رباعيا للهيكات hekat (الصاع الفرنسىboisseau، ويساوى ٤ ١ التراتات)؟ ما هى العلاقة الرياضية التى تربط الذراع المكبة والخار (الجوّال)..؟

٢ – فى مقاطع بردية كاهون Kahun الرياضية، تظهر المسألة رقم kiIv,3,col, 13 et 14 (انظر دراسة شاك– شاكينبرج Schack- Schackenburg Miscellen. مجلة اللغة المصرية Zeitschrift für Aeyptische Sprache، ٣٧، ١٨٩٩، صفحة ٧٧-٧٩) بكل دقة كمجموعة من الحسابات، وهكذا نجد:

النص		الترجمة
∩ıı		١٢
ıııı ııı ıı ∩∩∩ ∩∩∩ @@@	١٣٦٥ (١/٣)	٨
ı ∩ıı	١	١٢
ıııı ıııı	٢/٣	٨
ıı ııı ıı	١/٣	٤

المجموع (dmd)	١٦
١	١٦
١٠	١٦٠
٥	٨٠
المجموع (dmd)	٢٥٦
١	٢٥٦
٢	٥١٢
٤	١٠٢٤
١/٣	٨٥ ١/٣
المجموع (dmd)	١٣٦٥ ١/٣

٣- ويتساوى ذلك الحساب مع المعادلات التالية:

$(1+ 1/3) \times 12 = 16$

$16 \times 16 = 256$

$5\ 1/3 \times 256 = 1356\ 1/3$

إن هذا بالفعل هو الرقم المكتوب فى الدائرة المرسومة بالبردية بمعرفة الكاتب نفسه.

٤ – الهدف هو حساب حجم إسطوانة قطرها ١٢ ذراعًا وارتفاع ٨ ذراعًا. ويطور الكاتب أسلوب رياضيًا خاصًا، على نحو شديد الأصالة، لتحويل الأذرع المكعبة الناتجة إلى خار khar. وتتبدى الروح الرياضية على نحو مبتكر تماما.

٥ – ويتم حساب حجم الإسطوانة بالأذرع المكعبة على النحو التالى:

(١) مساحة القاعدة (وهى دائرة):

$$S = \pi \frac{d^2}{4} = \frac{\pi 12}{4} = 113\ 2/3 + 1/9$$ ذراع مربع

(٢) حجم الإسطوانة (مساحة القاعدة فى الارتفاع):

$$V = (113\ 2/3 + 1/9) \times 8 = 910\ 1/6 + 1/18$$ ذراع مكعب

٦ – التحويل إلى خار. يساوى الخار ٢/٣ الذراع الكعب، ويكفى قسمة ٩١٠ ١/٦ + ١/١٨ على ٢/٣، أو ضرب القيمة فى ٢/٣:

١	٩١٠ ١/٦ +١/١٨
١/٢	٤٥٥ ١/٩
المجموع	١٣٦٥ ١/٣ خار

ويقوم الكاتب بضرب الرقم ١٢ (القطر) فى ١ ١/٣ أو ٤/٣. وهذا الكسر ٤/٣ هو ناتج ٨/٩ ب ٣/٢، أى النسبة التى تربط الذراع المكعب بالخار.

٧ – وترجع مهارة الفكر الرياضى للكاتب إلى أن حساباته من الممكن أن تصلح لضرب ٢٥٦ فى ٥ ١/٣ مثلما تتم قسمة ١٣٦٥ ١/٣ ب ٢٥٦:

وبمعرفة أن الكسر ٤/٣ هو ناتج ضرب ٨/٩ فى ٣/٢، بمعنى العلاقة التى تربط القدم المكعب والخار khar، وبحساب الارتفاع: $2/3\ h = 8\times 2/3 = 5\ 1/3$ يكون لدينا:

(١) $V = 256\ \ 5\ 1/3 = 1365\ 1/3$ خار.

$1365\ 1/3 : 256 = 5\ 1/3.$

(٢) $V = (4/3 \times$ خا $12)^2 \times 5\ 1/3 = 1365\ 1/3$ خار .

XXXI
حجم المخروط الناقص

Volume d'un tronc de cone

١ – **المخروط الدائرى القائم Un cône circulaire droit**: المخـــروط الدائرى القائم **أو** ضلع الدوران revolution، هو الجسم المـــسمط المتولـــد مـــن دوران مثلث قائم الزاوية حول أحد ضلعى الزاوية القائمة.

٢ – كان المصريون القدماء يعرفــون الــشكل الـــهندسى للـــمخروط المسمى [hieroglyph] أون، أوون ioun ,iwn. وكانت هناك مخاريط العطر التى توضع علي الرءوس فى المآدب الكبرى والولائم، وسبق الكلام عنها.

ولقد كان المصريون القدماء يقومون بحساب ميول المخاريط، والتى تتشابه مع الهرم (المسألة رقم ٦٠ فى بردية راند Rhind حوالى عام ١٦٥٠ ق. م).

٣ – **المخروط الدائرى الناقص القائم un tronc de cône circulaire droit**. المخروط الدائرى الناقص القائم (أونتاج الدوران revolution) هو الجسم المسمط المتولد عن دوران شبه منحرف قائم الزاوية حول ضـــلع عمـــودى علــــى القواعد.

وربما كان الهرم الناقص مدرجا فى مفهوم المخروط الناقص.

٤ – **ابتكار الساعة المائية أو الكليبسيدر clepsydre**. تعتبر الكليبـــسيدر أقدم ساعة فى العالم. وقد اخترعها المصريون القدماء فى بداية الأســـرة الثامنـــة عشرة، حيث كان الفلكى أمنمحات Amenemhat، هو الذى أبدع تلـــك ".. الأداة

الفخمة تكريما للملك أمنحتب الأول Aménophis I.." (كتابة منقوشة على جدران مقبرته فى طيبة). وتلك الكليبسيدر لم تكن سوى أداة ذات شكل هندسى، عبارة عن فسقية على شكل مخروط ناقص مقلوب (القاعدة الكبرى لأعلى، والقاعدة الصغرى لأسفل).

وكليبسيدر الكرنك، والخاصة بأمنحتب الثالث (١٤٠٨ – ١٣٧٢ ق.م) موجودة فى المتحف المصرى بالقاهرة (رقم ٣٧٥٢٥). وهى مصنوعة من المرمر albătre، على هيئة وعاء يتخذ شكل مخروط ناقص يحتوى على الماء الذى يتم سريانه خلال الليل بطوله. ولقد كان المصريون القدماء يعرفون كيفية حساب مثل ذلك الحجم، أى حجم المخروط الناقص.

٥ – **حجم المخروط الناقص:** يساوى حجم المخروط ثلث حاصل ضرب مساحة القاعدة فى الارتفاع، حيث R هى نصف قطر القاعدة، H هى الارتفاع.

$$\frac{\pi R^2 H}{3}$$

وحجم المخروط الناقص يساوى مجموع أحجام ثلاثة مخاريط لها ارتفاع مشترك يساوى ارتفاع المخروط الناقص، وقواعده هى على التوالى: القاعدة الكبرى، والقاعدة الصغرى، والتناسب بين قاعدتى المخروط الناقص، وحيث R و R' هما نصفا قطرى القاعدتين، والارتفاع H،

$$V = \frac{\pi R^2 H}{3} + \frac{\pi R'^2 H}{3} + \frac{\sqrt{\pi R^2 \times \pi R'^2} \times H}{3}$$

$$V = \frac{\pi H}{3} (R^2 + R'^2 + R R'^2).$$

٦- وقد عالج أو تو نويجباور Otto Neugebauer مسألة تتعلق بحجم الساعة المائية "الكليبسيدر". ومن الثابت بكل دقة، أنه قد عثر على النص اليونانى، والذى يرجع تاريخه للقرن الثالث، فى مصر، غرب وادى النيل، فى أو كسيرينكوس oxyrhynchos، مدينة الإلاهة تفنوت Téfnot: (أو سلاوفورين Auslaufuhren، ص.٤٣٩-٤٤١، فى دراسته "الهندسة فى النصوص الرياضية المصرية"، فى "مصادر ودراسات لتاريخ الرياضيات.. "Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik"، برلين، سبتمبر ١٩٣١).

ومثل تلك المعارف كانت موجودة قبل قدوم اليونانيين إلى مصر بكثير. إن ذلك اعتقاد راسخ لدى عَّلامة من طراز نوجيباور: ونحن نورد هنا كلماته بالنص فى ذلك الصدد: ".. Da erhaltene Exemplare solcher Auslaufuhren bis in das NR zurük reichen und meist genau die in dem Oxyrhynchos – papyrus verlangten Ambessungen tragen, darf man wohl auch die ganze "Theorie" als vorgriechisch werten.. (أو. نويجيباور مرجع سبق ذكره ص.٤٣٩).

الترجمة:

".. لما كانت الأمثلة المطروحة قد تواترت حتى الدولة الحديثة، وأن الجزء الأكبر للحالات كان عبارة عن ساعات ميقاتية ذات تدريج دقيق فى بردية أو كسيرينكوس Oxyrhynchos، فللمرء أن يقول مباشرة إن كل النظريات كانت موجودة قبل نظريات اليونانيين..".

لم يكن اليونانيون هم الذين اخترعوا الساعة الميقاتية. ولم يعرفوا عنها شيئا إلا بفضل المصريين.

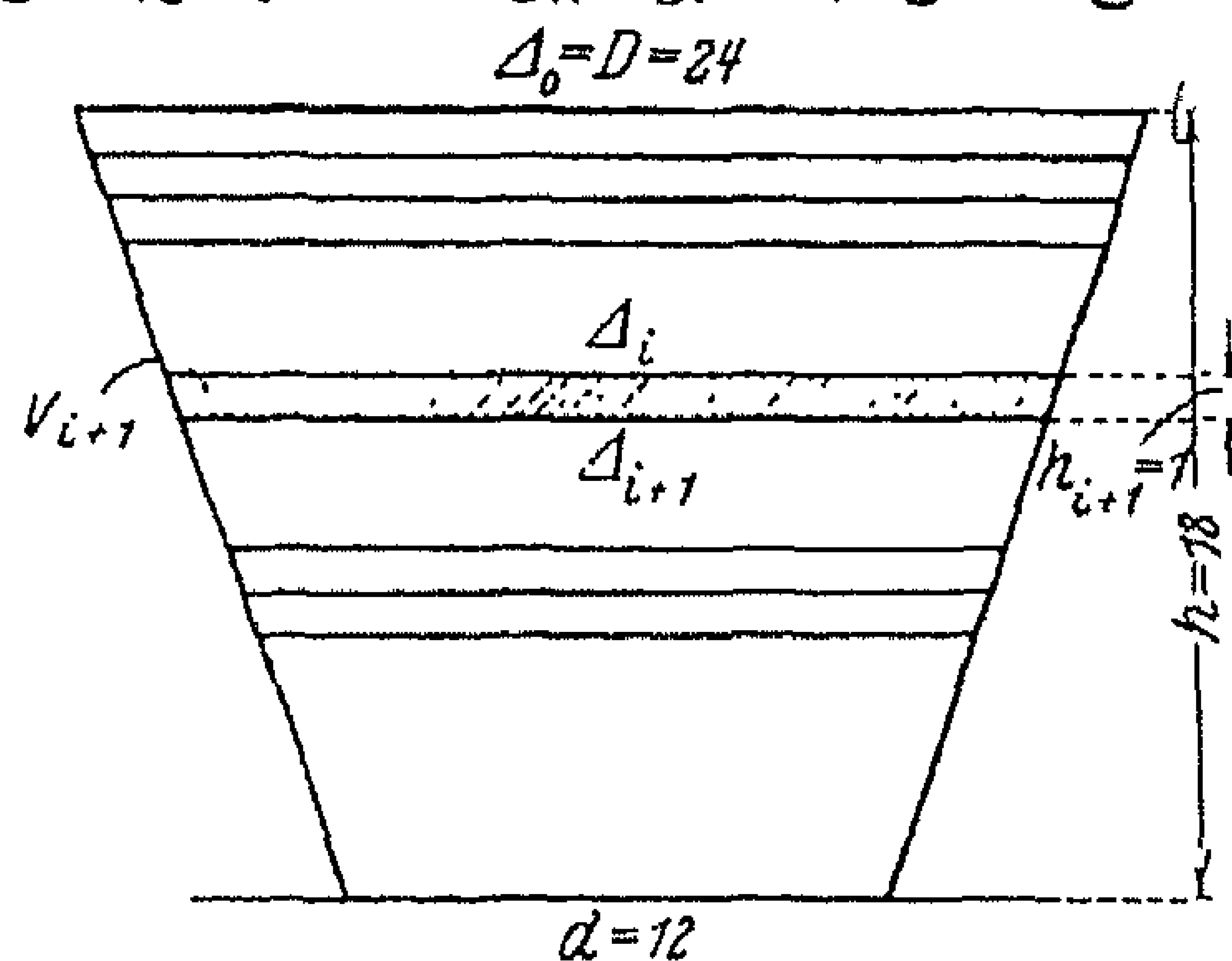
٧– ولقد كانت معطيات المسألة كالتالى: الوعاء المخروطى، القاعدة الكبرى ٢٤ إصبعًا، والقاعدة الصغرى ١٢ إصبعًا، و١٨ إصبعًا للارتفاع (أو. نويجيباور مرجع سبق ذكره ص.٤٣٩).

والرسم التالى لنويجباور، وقد وضعه على أساس معطيات البردية أو كسيرينكوس، يعتبر توضيحا للمسألة.

٨– وتناظر تلك المعطيات تماما المعايير القياسية المصرية لتصنيع الساعة الميقاتية.

والواقع أن المصريين كانوا يختارون مقاسات مميزة فى الدولة الحديثة (١٥٦٧–١٠٨٥ ق.م)، ارتفاع (H) = ١٨ إصبعًا، نصف قطر القاعدة (r) ١٢ إصبعًا، ونصف القطر عند القمة (R)٢٤ إصبع. والبردية اليونانية أو كسيرينكوس عبارة عن نسخة حرفية للمقاسات المصرية المميزة، وهى مقاسات متوافقة.

واسترجاع الوثيقة اليونانية للمقاسات التقليدية الكلاسيكية لمصر يثبت أن النظرية كانت معروفة فى مصر قبل اليونانيين: لقد كان نويجباور محقا.



شكل ١٢٨: حساب حجم المخروط الناقص (المقلوب)

٩– حجم وعاء على شكل المخروط الناقص: تعيدنا المسألة، وهى متعددة الجوانب، إلى تحليل سريان الماء فى ساعة ميقاتية "كليبسيدر clepsydre". ولقد كان المصريون يسبقون اليونانيين فى تقسيم الليالى إلى اثنى عشر قسما. وعندهم،

كانت الارتفاعات المتساوية للمياه تتناظر مع أزمنة متساوية. وكانت التدريجات المختلفة داخل الساعة الميقاتية المائية تناظر كسور أحجام من المياه التي من المفروض أن تسرى طوال الليل، وكل سريان للمياه يناظر ساعة من الزمن. غير أن سريان المياه يصبح غير منتظم حالما ينخفض منسوب المياه بدرجة كبيرة: وتظل هناك كمية من المياه فى الوعاء المخروطى الناقص عند توقف المقياس. وكان المصريون القدماء يزخرفون الجزء السفلى بكتابة هيروغليفية معناها "الحياة" (عنخ ankh) والاتزان (ددت ddt).

ومن الممكن حساب حجم المخروط الناقص المطلوب، باعتبار أن القاعدة الكبرى ٢٤، والصغرى ١٢، والارتفاع ١٨ على النحو التالى:

$$V = \frac{\pi H}{3} (R^2 + R'^2 + R\,R'^2).$$

$$V = \frac{\pi \times 18}{3} (144 + 36 + 72) = 4747.68.$$

أى أن حجم كل من المخاريط الثلاثة يكون كالتالى:

: المخروط١ (القاعدة الكبرى ٢٤)

$$V_1 = \frac{\pi R^2 H}{3} = \frac{\pi\ 144 \times 18}{3} = 2712.96$$

: المخروط٢ (القاعدة الصغرى ١٢)

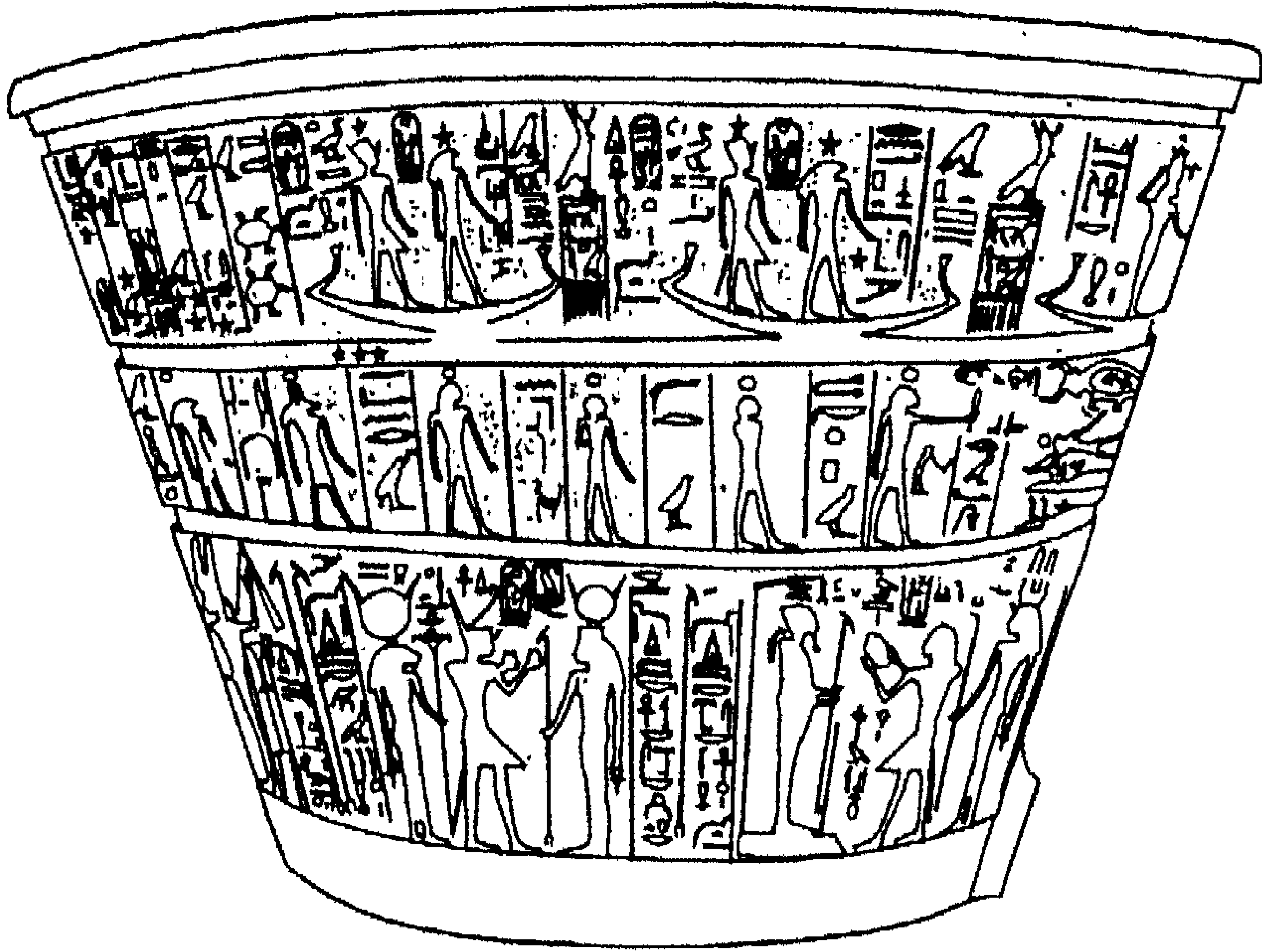
$$V_2 = \frac{\pi R'^2 H}{3} = \frac{\pi\ 36 \times 18}{3} = 678.24$$

: المخروط ٣ $(V_1 x V_2)$

$$V_3 = \frac{\pi R^2\ R'^2 H}{3} \times H = \frac{\pi\ 144 \times 36}{3} \times 18 = 13564$$

وبذا يكون الحجم الكلى للوعاء المخروطى الناقص :

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 4747.68.$$



شكل ١٢٩: كليبسيدر clepsydre أو ساعة مائية فى الكرنك. المتحف المصرى بالقاهرة (رقم٣٧٥٢٥): الارتفاع من الخارج ٠,٣٥؛ الارتفاع من الداخل ٠,٣٢٦؛ القطر الخارجى ٠,٤٩: وأقصى قطر داخلى ٠,٠٢.

الخامة: مرمر (ألباستر) بلون أزرق باهت توركواز معتم، ومطعم بالعقيق الأحمر.

وقد عثر على تلك الساعة ضمن خبيئة فى شرق طيبة، معبد الكرنك ويرجع تاريخها لنهاية الأسرة الثامنة عشرة (أثناء حكم الفرعون أمنحتب الثالث: ١٤٠٨ – ١٣٧٢ق.م)، والوعاء على شكل مخروط ناقص. ولقد كانت المسألة التكنولوجية المطلوب حلها هى معرفة حجم الوعاء كى يمكن للمرء تشغيل صنبور على جانب القاعدة، كان يتيح خروج نافورة jet مستمرة، ومنتظمة، وبمعدل بسيط حتى يستمرصب المياه فى الوعاء بطريقة دقيقة.

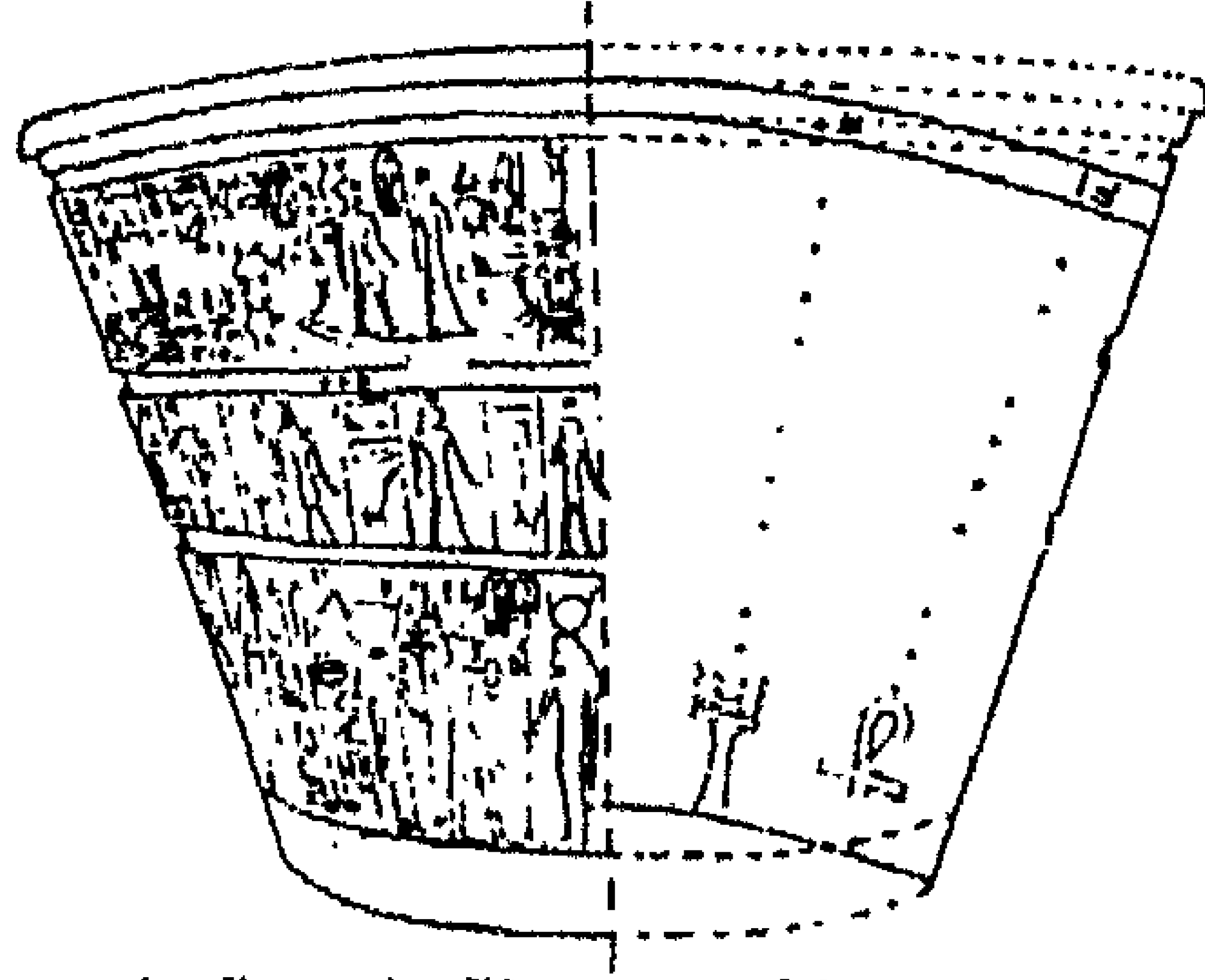
لقد كانت فكرة المخروط الناقص سابقة فى وجودها، وحولتها التكنولوجيا إلى "كليبسيدر"، أو الساعة المائية. وهكذا كان العقل يعمل.

١٠ – حساب سرعة المياه التى تسيل من فوهة الكليبسيدر. فى عام ١٩٢٠، أثبت لودفيج بوركهارت Ludwig Burchardt أن سرعة سريان المياه (v) من الفوهة كانت تحددها المعادلة $V = \sqrt{2gh}$ حيث g هى عجلة الجاذبية (9,81 متر/ثانية)، و h ارتفاع المياه فوق الفوهة.

ومثل تلك المعادلة لا تصحح حتى إذا ما كان طول الفوهة قصيرا جدا.

والكلمة الهيروغليفية للكليبسيدر، أو الساعة المائية هى▼ دبح، ديبيح dbh,debeh (شاهد قبر أمنمحعت Amenemhat – فلكى فى أوائل عصر الأسرة الثامنة عشرة). وأداة التعريف déterminatif ▼ تشير بوضوح إلى أن الإناء مخروطى الشكل.

(دراسة بوركهارت بعنوان: قياس الزمن فى مصر القديمة Die Altägyptische Zeitmessung، ضمن كتاب إ.فون باسيرمان – جوردان E.von Bassermann – Jordan، برلين، فالتر دى جروتيه walter de gruyter، المجلد١، ١٩٢٩).



شكل ١٣٠: رسم يوضح كليبسيدر (الجانب الخارجى، والجانب الداخلى). كليبسيدر أو ساعة مائية خاصة بأمنحتب الثالث (١٤٠٨-١٣٧٢ق.م) والجانب الداخلى لأداة للقياس مقسم إلى ١٢ قسما (بعدد شهور السنة)، و١١ حزًا entailles (الساعات الـ١٢ لليل) حيث يتغير الوقت durée حسب الفصول. وهذا الإناء مجهز بثقب صغير فى القاع (الفوهة) ويقيس الماء المتسرب ببطء من الإناء ساعات الليل والنهار، حسب فصول السنة. (رسم لورا دوناتيللى Laura Donatelli- عالمة مصريات_ تورينو- إيطاليا).

XXXII

مساحة نصف الكرة

Surface d'une demi –sphére

١- الكرة **une sphère**: الكرة (فى اليونانية سفيرا sphai¯ra بمعنى كرة boule) عبارة عن جسم صلب يحدده سطح منحنى بحيث تكون كل النقاط على مسافة متساوية تسمى نصف القطر rayon من نقطة داخلية تسمى المركز: والقطاعات المستوية للكرة تكون دوائر é.cercles.

٢- **نصف الكرة** "هيميسفير hémisphère" هومايعادل حجم نصف الكرة.

٣- **مساحة الكرة**. يتم الحصول على مساحة الكرة بضرب مربع نصف القطر فى ٤.

$$S = 4 \pi R^2$$

وبوجه آخر، فإن مساحة الكرة تساوى أربعة أمثال دائرة كبرى (الدائرة الكبرى le grand cercle، هى المسطح المنحنى الذى يتم الحصول عليه بواسطة المستوى الكلى المار بمركز الكرة وهو يقطعها).

٤- **مساحة نصف الكرة**. هى نصف مساحة الكرة

$$S = \frac{\pi 4 R^2}{2} = 2\pi R^2$$

وقد اكتشف المهندس المصرى حوالى عام١٨٥٠ق.م، أى قبل أرشميدس (حوالى ٢٨٧-٢١٢ ق.م) بفترة طويلة، صيغة على نفس صعوبة تلك التى يتم بها حساب مساحة نصف الكرة. ومهما كان ماحققه ذلك العالم اليونانى من مجد الذى ولد في سيراكيوز syracuse، فى صقلية، ومن الواضح أنه كانت لأرشميدس إرهاصات ونذرفى وادى النيل، برغم ذلك التمويه والزيف والادعاء للتاريخ الرسمى (والموجه). بمساعدة تلك المحاولات والمماحكات العقيمة من النقاد والمؤرخين المتحيزين!! فالإنجازات المصرية هناك، لا يمكن لأحد أن ينال منها على مدار الزمن.

٥ – لقد قام المصريون القدماء بتخطيط، ورسم وتصنيع الأجسام الكرية boules، أى الكرات sphère، ذات السطح الكرى.

وعلى سبيل المثال العلامة الهيروغليفية O24 "جسم كروى boule"، أى كرة، سطح كروى، {عن قائمة العلامات التى وضعها جاردنر Gardiner (قواعد اللغة المصرية القديمة Egyptian Grammar – ص.٥٣٠).

ويُظهِر تمثالاً صغير للملك تحوتموس Thoutmosis الرابع (١٤٢٥-١٤٠٨ ق. م.

يبدو فيه راكعا على قدميه، وهو يقدم قربانا للآلهة بينما يحمل فى كلتا راحتيه جسما كريا (شكل ١٣١). إن هاتين الكرتين عبارة عن أوان طقسية مصنوعة من المعدن لا قاعدة لها أو مقبض، وتستخدم لقرابين الماء.

ويعنى التعبير الهيروغليفى: : "هؤلاء الموجودين داخل البيضة" (نص موجود على التوابيت الحجرية ١، ١٦٧). ويشير النص إلى البيضة الأولى الأصلية، التى كانت عند بدء الخليقة. والكتكوت (علامة جاردنر G47) محاط بحيز

مغلق عليه داخل جسم صلب يحده سطح منحنى. وكلمة بيضة نفسها تتقبل أداة تعريف determinative (علامة جاردنرH8) هكذا: سوحت swht، بيضة " oeuf".

ولابد أن نسترجع أيضا الكلمة إنر inr "حجر "pierre"، "صخرة "roc"، "كتلة bloc" (من الصخر)، كما تعنى أيضا "الشرنقة أو قشرة البيضة coque"، بمعنى الغلاف الصلب الذى يحيط بالبيضة، ويتخذ شكلاً بيضاويًا ovoide كالبيضة نفسها، وبذا يكون التعبير على النحو التالى:

الترجمة: عندما يكون الكتكوت فى البيضة (سوحت swht) ويزقزق فى (م m) القشرة coquille (إنر inr) (الترتيلة الكبرى لآتون إله أخناتون، الأسرة السابعة عشرة).

ولا يمكننا ترجمة: "عندما يزقزق الكتكوت داخل الحجر(إنر inr)، بل داخل القشرة (إنر inr)، باعتبار قشرة البيضة فارغة. وتسمى قدرة الكلمة الواحدة على إعطاء عدة معان "بتعدد المعانى Polysémie"، وهى الحالة هنا: إنر inr، "حجر"، و"صدفة أو قوقعة، وقشرة بيض"، وذلك حسب السياقات المستخدمة فيها الكلمة. وكلها مسألة وجهة نظر.

وإيحاء الصورة واضح، ومن الممكن للمرء أن يتصور القشرة على الوجه الأكمل بأنها البيضة نفسها، وتتمثل القشرة أو البيضة بكرة، أى جسم صلب ذو سطح منحن، بيضاوى. وهو أمر لا يثير دهشتنا.

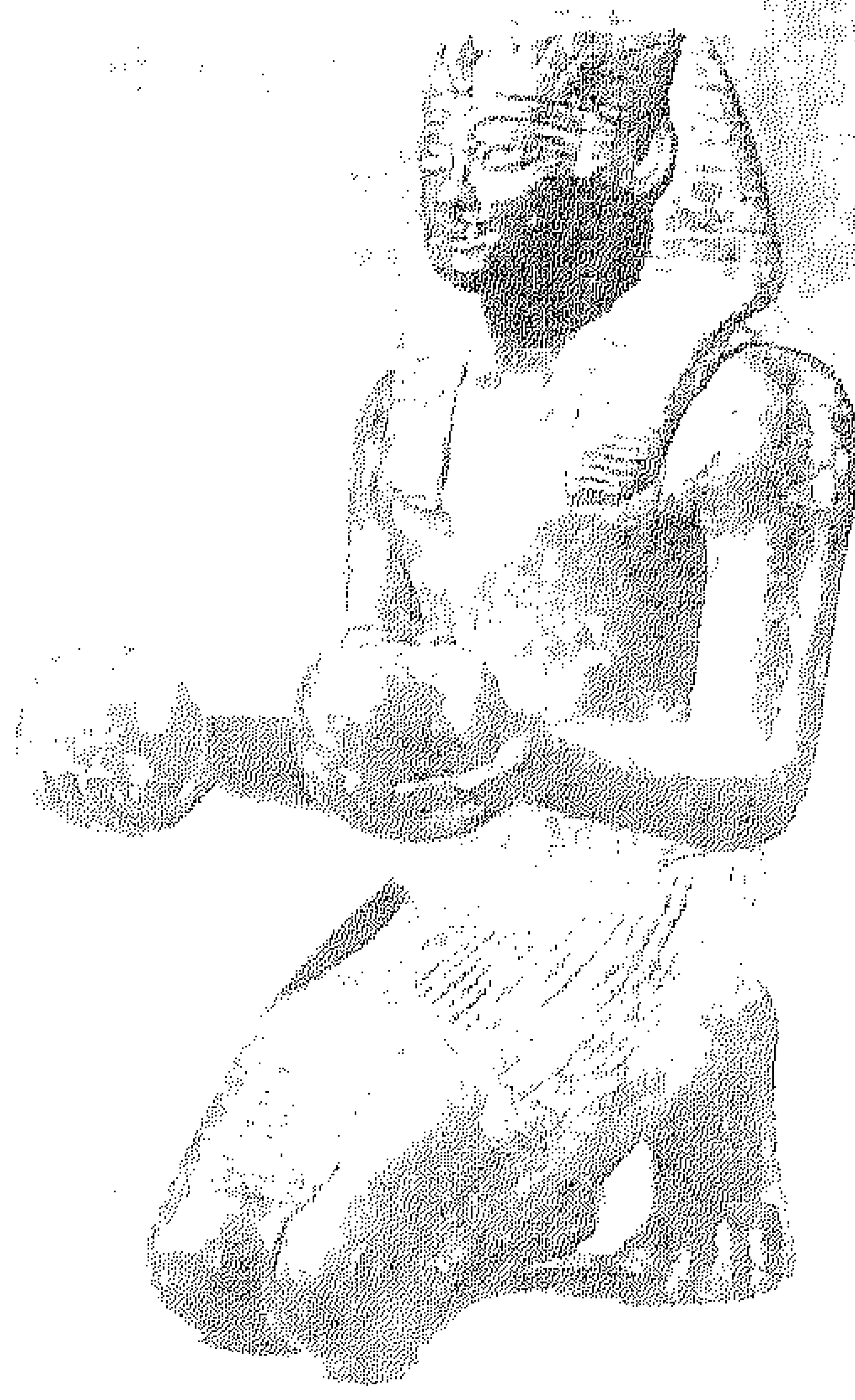
٦ - والعلامة الهيروغليفية (جاردنر V30) هى فى آن واحد رمز (إيديو جرام idéogramme)، وحرف ذو قيمة صوتية (فونو جرام phonogramm).

ا) – الإيديوجرام (علامة – فكرة: وتشير العلامة على الفور إلى الشيئ المرسوم: أو (نصوص الأهرام،٩٥٧)، نبت nbt "سلة من أغصان الصفصاف Osier"، "سلة Corbeille": ويظهره الرسم على الفور.

ب) الفونوجرام (علامة– صوت: والصوت وحده يصدر بحساب، ومن الممكن أن يُعبِّر عن محتويات دلالية متنوعة): نب nb، تنويع على الدولة القديمة ، "سيد seigneur، أستاذ ma^itre"؛ نب nb، "كل chaque"، "كل tout".

وهكذا كانت الكتابة واللغة المصرية القديمة. ويجب أن نأخذها على علاتها.

٧ – ومن ثم، فمن الواضح أن المسلة المصرية القديمة نبت نيبيت nbt, nebet، كانت على شكل نصف دائرة. وهذا ظاهر للعيان.



شكل١٣١: الملك تحوتموس الرابع (١٤٢٥–١٤٠٨ ق.م) يمسك فى يديه فازتين كرويتين لإراقة الخمر للآلهة libation ضمن الطقوس. والآنيتان الطقسيتان لهما شكل كروى، كرتان، وهما من المعدن. المتحف البريطانى. لندن (no.EA 64564). والملك هنا يتخذ وضعا مصريا يرجع على الأقل إلى الأسرة السادسة (٢٢٩٠–٢١٥٧ ق.م).

وإذا ما مضينا قدما من الملموس (السلة) إلى المجرد (نصف الكرة)، سنجد أن الرياضيين المصريين القدماء قد أعطوا للكلمة 𓎟𓏏 نبت nbt، "سلة panier" محتوى هندسى، ورياضى يشير "لنصف الكرة" نبت nbt. وليس هناك ما هو مدعاة للاستنكار حول ذلك. ولقد كانت تلك مسألة تقليد واصطلاح بسيط فى العصور القديمة كما هو فى أيامنا هذه.

ونجد نفس الشيئ فى الرياضيات البابلية، فالكلمة "كيباتو kippatu"، لم تلتزم بمعنى مادى محسوس وهو "حلقة خطام الحيوان (حلقة كانت توضع فى أنف الدابة) anneau"، ولكن بمعنى هندسى ورياضى "دائرة cercle". ويفسر المرء المآثر خارج نطاق التقاليد البابلية أيضا، ففى رياضياتهم، لم ترتبط الكلمة "كيباتو" إلا بمعناها الملموس والمادى. وكان لابد من إلحاق الهزيمة بالوهن الفكرى لكى يؤتى بتلك الكلمة فى معناها المجرد، والعلمى، والرياضى.

٨ – إذا ما نحينا جانبا التقليد الرياضى المصرى، فلابد أن يكون المرء مستعدا لاعتناق أشد تفسير معكوس هولا:

أ) 𓇳𓈖𓏤𓎼𓊃𓈖𓎟𓏏

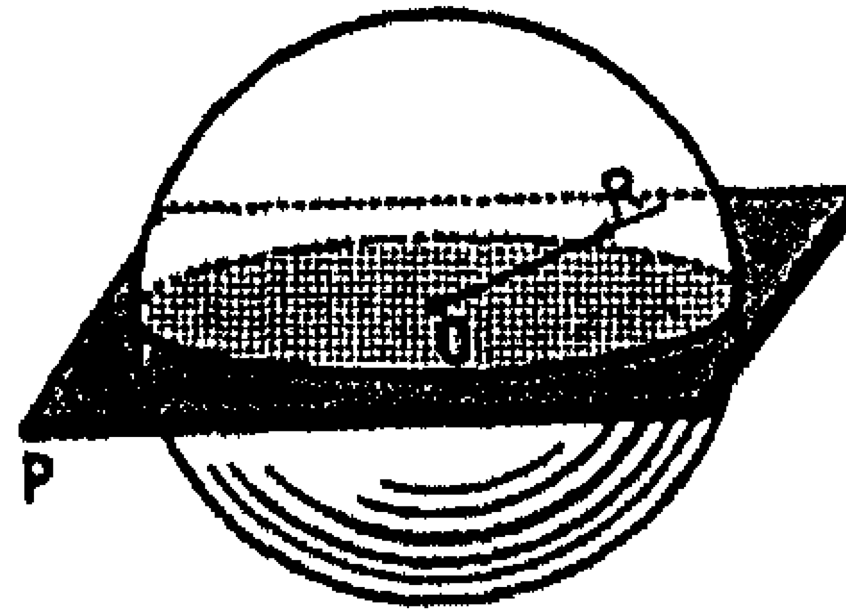
الترجمة: (المعنى المحسوس): "السلة هى نصف حجر" (نبت جس ن إنر nbt gs inr). ومن الواضح أن هذا شيء لا معنى له، سواء فى المجال المحسوس أم المجال الهندسى.

ب) 𓇳𓈖𓏤𓎼𓊃𓈖𓎟𓏏

الترجمة: (المعنى الرياضى): "الشكل نصف الكروى demi - sphère هو عبارة عن نصف كرة (نبت جس ن إنر nbt gs inr). وهذا ما يتفق تماما ويتم فهمه من وجهة النظر الهندسية".

ولم يكن الرياضيون المصريون القدماء يطلبون من تلاميذهم مقدما حسا ب مساحة السلة، والذى من المفروض أن يكون نصف (جس gs) كتلة مـن حجـر. وجميع الكلمات التى احتفظ بها المفسرون المحدثون من الرياضـيين المـصريين: "سلة"، "عنصر نبت nbt فى شكل سلة"، لـ نبت pour nbt، و"حجر"، و"بيـضة"، و"شيئ مستدير"، لإنر pour inr، تزيد الأمر غموضا بالنسبة للنـصوص العلميـة المصرية القديمة. ولو لم تكن هناك تلك الأحكام المسبقة (التى يفرضها الغـرب)، والتى يطيعها الناس (بلا وعى)، لكانت الأمور أكثر وضوحا. تـرى مـاهو ذلـك الشيئ المستدير، والذى مثل السلة أو القفة نصفه؟

ولابد لنا من أن ننسب ذلك الخلاف القبيح فى تفـسير المفـردات اللغويـة الرياضية عند الفراعنة إلى جميع التفسيرات الخطأ التى قام بها مختلـف المـؤلفين للمسألة رقم ١٠ من بردية موسكو، والتى بحثت بدقة مساحة نصف الكرة حـوالى عام ١٨٥٠ ق.م، يقطع كل المسطح المار بالمركز "O" الكرة (O,R)، فى مستوى مقوس: وهو الدائرة الكبرى للكرة.



شكل ١٣٢: قطاع مستو لكرة ومساحة الكرة تساوى أربعة أضعاف مساحة الدائرة الكبرى. كما أن مساحة نصف الكـرة demi - sphère تـساوى نـصف مساحة الكرة. وكان المصريون القدماء يطلقون تعبير "الدائرة الكبـرى للكـرة"، علـى مستوى القطاع، وهو عبـارة عن مستـوى مقوس، كإشـارة للمـصطلح الفنى د،أدج d̲,a^dj، حيث يكون المحـدِّد déterminatif: ـــ أفكـارا، وتجريدات عقلانية.

٨ – وفيما يلى نعرض بردية موسكو فى معالجتها لمساحة نـصف الكـرة (حوالى عام ١٨٥٠ ق.م).

(١)

(٢)

(٣)

(٤)

(٥)

(٦)

(٧)

(٨)

(٩)

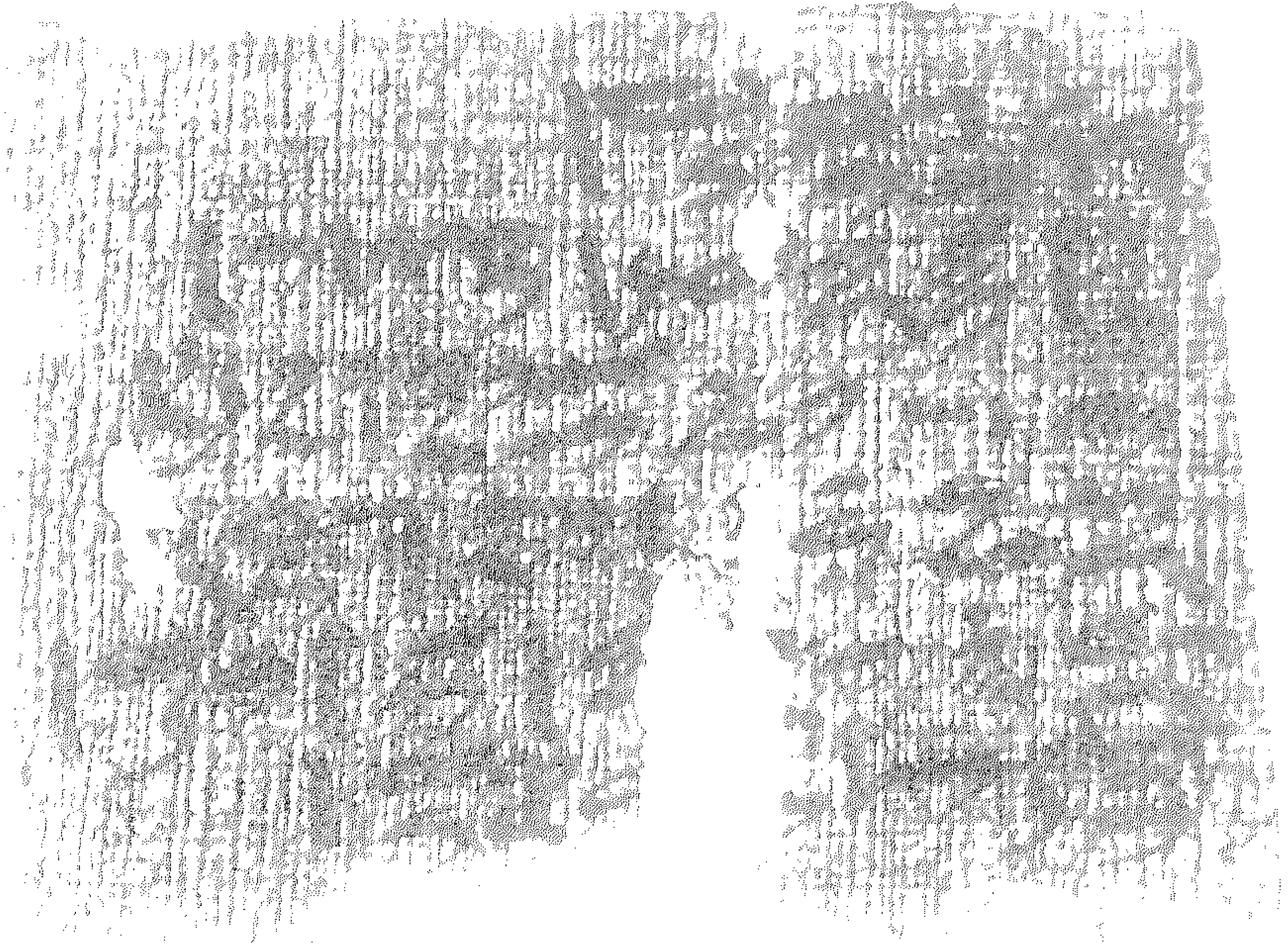
(١٠)

(١١)

(١٢)

(١٣)

(١٤)



شكل ١٣٣: بردية موسكو (المسألة رقم ١٠).

وتتعرض الأسطر الستة الأولى، من النص الهيراطيقى للمسألة رقم ٦ من بردية موسكو، لمساحة نصف الكرة. ويحتوى السطر رقم ٦ على التعبير ، جس بو ن إنر gs pw n inr، وهو يمثل النصف (جس بو gs pw) ل (ن n) كرة (إنر inr)".

وقد استخدمت الكلمة إنر inr، "صدفة، قشرة بيضة coquille, coque" بمعنى فنى وهو "كرة sphère". ولا يمكن للسلة أن تكون هى نصف (جس gs) بيضة (إنر inr) أو نصف كتلة من الحجر" (إنر inr). والمعنى الحقيقى هو: "نصف الكرة la demi sphère (نبت nbt)، ويكون هو نصف moitiè (جسgs) ل (ن n) الكرة sphère (إنر inr)".

والنص رياضي، وهندسي للغاية: ففي السطر رقم٣ هناك سؤال حول القطاع المستوى { د،أدج d, ^adj } للكرة، (نبت nbt)، وهو الدائرة الكبرى للكرة، والتي يحدد النص قطرها بدقة (تب– ر tp-r).

الترجمة:

(١) مثال (تب tp) ل (ن n) حساب (إرت irt) {للمساحة} لنصف كرة (نبت nbt).

(٢) افرض أن (مى دد ن.ك mi dd n.k): نصف كرة (نبت nbt) ب (م m) قطر (تب–ر tp-r)

(٣) ل (ر r) ٤١/٢ فى (م m) مستوى القطاع (د d).

(٤) يمكنك الحل بحيث (حاو دا.ك h3w di.k) اعرف أن (رح.إ rh.i) مساحتها (3حت.س 3ht.s).

(٥) لحساب (إر. ك irk: "قد يمكنك حساب") ١/٩ ال (ن n) ٩ وبسبب ذلك (حر نفف إر hr ntt ir "لأن") نصف الكرة (نبتnbt).

(٦) هذا هو النصف (جس بو gs pw) ل (ن n).

(٧) يمكنك الحل بحيث (إر– حر. ك ir- hr.k) يمكنك حساب (إر.ك ir.k) الباقى (د3ت d3t) بمعنى (م m) ٨.

(٨) يمكنك الحل بحيث (إر– حر. ك ir- hr.k) بمكنك حساب (إر.ك ir.k) ١/٩ ال (نn) ٨.

(٩) النتيجة (حبر– حر hpr-hr) هى ٢/٣+ ١/٦ + ١/١٨. يمكنك الحل بحيث (إر– حر.ك ir-hr.k).

(١٠) يمكنك حساب (إر.ك ir.k) الباقى (د3ت d3t) لذلك (نـــت ب 3 nt p3) ٨ بعد (ر- 3 3-r) {بالطرح}.

(١١) هذا (ب3 p3) ٢/٣ + ١/٦ + ١/١٨. النتيجة (حبـــر hpr – حـــر hr) هى ٧ +١/٩.

(١٢) (وبذا) يمكنك الحل بحيـــث (إر- حـــر.ك ir-hr.k) يمكنـــك ضـــرب (إر.كir.k) ٧ +١/٩ فى (سب sp) ٢ /٤١.

(١٣) النتيجة (حبر hpr – حـــر hr) هـــى٣٢. إذن (مـــك nk) مـــساحتها (3حت.س بو 3ht.pw: "وهذه مساحتها")

(١٤) لقد وجدتَ (جم.ك gm.k) على الوجه الأكمل (نفر nfr).

٩ – وتتواجد المفردات اللغوية الفنية على النحو التالى:

تب tp، "مثال"، "طريقة"، "تمرين" (رياضيات).

إرت irt، "حساب"، "مسألة" (رياضيات).

نبت nbt، "نصف كرة" (حرفيا: "قفة panier"، "سلة corbeille").

تب- ر tp-r، "قطر diameter" (لدائرة).

جس gs، "نصف".

د، أدج d, ^aj، "قطاع مـــستوى" (لكـــرة) (حرفيـــا: "شـــريحة tranche"، "حافة،حرف bord"، "طرف rebord"، "هامش، حافة marge").

3حت 3ht، "مساحة"، "مسطح".

إر،إرى ir, iri، "يحسب"، "يحل" (مسألة رياضية).

إنر inr، "كــرة" (حــرفيا "قوقعـــــة"، "قــشرة بيــضـــة").
المــــحدد o (لوفيــفر lefebvre، قـــواعد اللغـــة المــــصرية الكلاسيكيـــــة Grammaire de l'egyptien classique: Z11a) يؤكد الشكل الدائرى للكرة.

د3 ف، "باقى"، "توازن".

حبر- حر hpr-hr، "نتيجة" (جــاردنر Gardiner: قواعــد اللغــة المصرية القديمة Egyptian Grammer، §٤٣١)

ر- س s33 – r ، "بعـــد"، بعـــد إجـــراء عمليـــة الطـــرح (جاردنر Gardiner: قواعــد اللغــة المــصرية القديمــة Egyptian Grammer، §١٧٨)

إر،إرإ...ســـب ir, iri...sp، "يـــضرب س... فـــى multiplier x ...fois".

جم.ك، "لقد وجدتَ"، "إجابتــك"؛ نفــر nfr، نيفيــر nefer، "مدهش"، "صحيح"، "تمام".

١٠- كانت خطوات الحل التى يتبعها الكاتب المصرى القديم علـــى النحـــو التالى:

$9 \times 1/9 = 1$

$9 - 1 = 8$

$8/9 = 2/3 + 1/6 = 1/18$

$8 - 8/9 = 8 - (2/3 + 1/6 + 1/18) = 7 + 1/9$

$(7 + 1/9) \times (4 + 1/2) = 32$

وتلك هى المساحة المطلوبة.

١١ – وتتفق إجابة الكاتب المصرى القديم تماما مع صيغة حساب مساحة نصف الكرة:

$$S = 2 \pi R^2 = 2 \pi (2 + 1/4)^2 = 32$$

ونصف القطر (R) هو: 2 +1/4 :2= 2 :1/2+ 4، والنسبة التقريبية π =3,16 (طبقا للقيمة المصرية القديمة).

١٢ – ولو كان الموضوع متعلقا بمساحة نصف دائرة، فربما كانت الإجابة ٨، وليس ٣٢ كما هى الحالة وإذن فالحالة بالفعل تتعلق بمساحة نصف كرة.

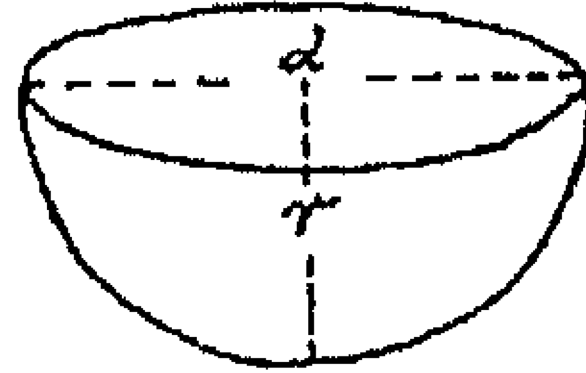
مساحة الدائرة:

$$S = \pi (2 + 1/4)^2 = 16$$

مساحة الكرة (مساحة الدائرة × ٤) = ٦٤

مساحة نصف الكرة:

$$S = 64/2 = 32$$



شكل ١٣٣مكرر: نصف الكرة (نبت nbt).

وإذا ما افترضنا أن نبت Nbt هى نصف الدائرة فإن:

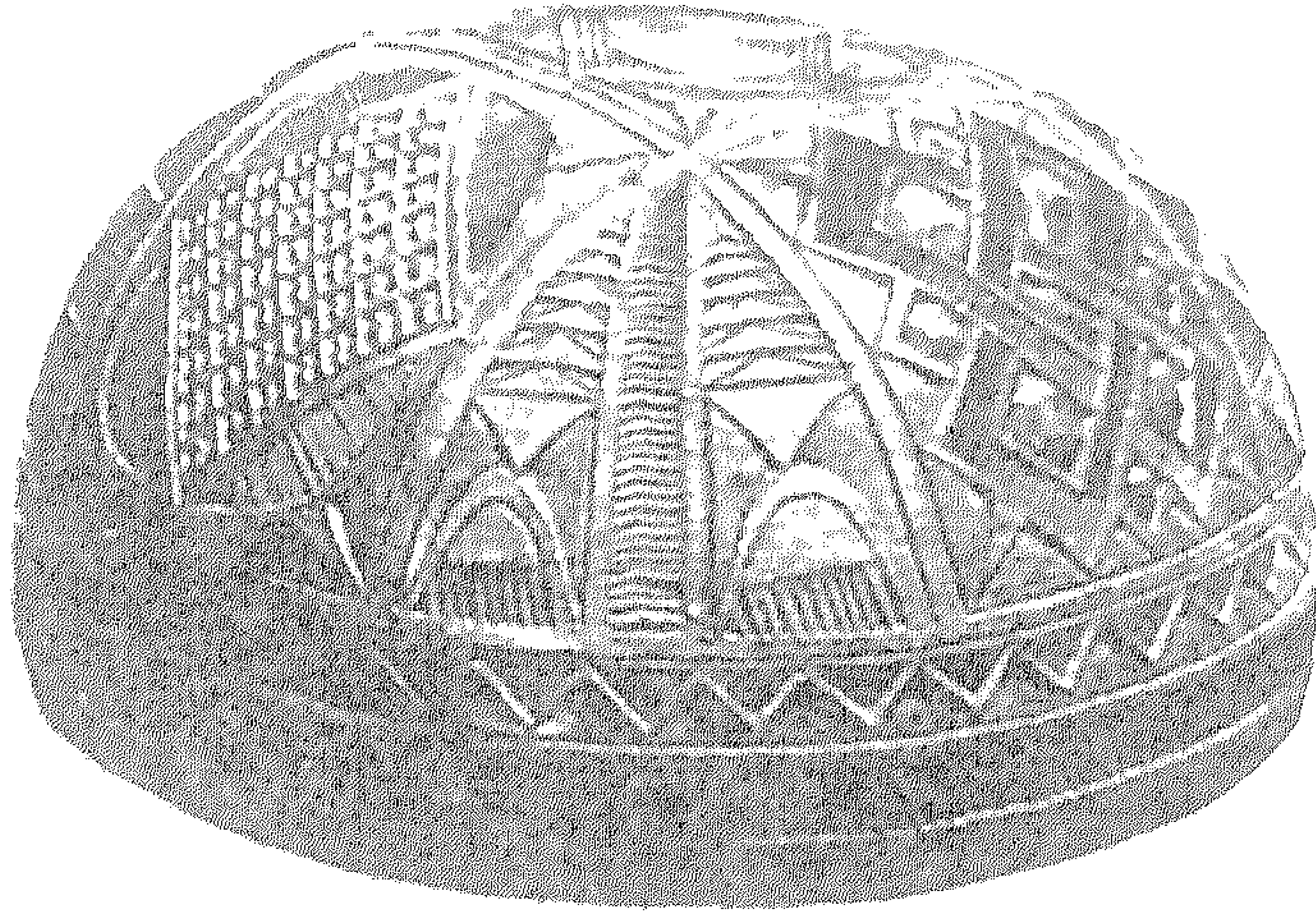
$$d = 4 + 1/2$$

$$r = d/2 = 2 + 1/4$$



شكل ١٣٤: فتاة تمسك فى يدها اليسرى وعاء للدهان على هيئة نصف كرة.

رسم جدارى فى مقبرة بطيبة (الأسرة الثامنة عشرة). فيما مضى كانت ضمن مجموعة بنزايون، القاهرة.



شكل ١٣٥: آنية عليها نقوش محفورة، وهى على شكل ثمرة اليقطين (القرع).

ثقافة يوروبا yoruba، إقليم اللورين Ilorin، نيجيريا،

وتلك الأوانى تستخدم كمقياس عيارى، وعنصر جمالى، وتتميز بموتيفاتها الزخرفية الهندسية شديدة التنوع والأصالة. وتوجد تلك الوثيقة حاليا فى المتحف البريطانى بلندن.

وتلك الأنواع من الأوانى ليست على هيئة نصف إسطوانة بل نصف كرة hémisphère. ولهذا كان لدى الشيخ أنتا ديوب Cheikh Anta Diop أسبابه المنطقية عندما وضع ذلك التناظر الهندسى:

نبت = سلة = آنية على شكل ثمرة اليقطين = نصف – كرة.

وهكذا يتيح الواقع الأفريقى فهما وافيا للكلمة من الناحية الرياضية نبت nbt كما تظهر فى المسألة رقم ١٠ من بردية موسكو (حوالى ١٨٥٠ ق.م). لقد قام المصريون القدماء بحساب مساحة نصف الكرة.

XXXIII

تربيع الدائرة

Quadrature du cercle

أرشميدس ومصر

١ – كان تربيع الدائرة quadrature du cercle من المشاكل الكبرى في الرياضيات اليونانية القديمة. إلا أن المهندسين المصريين القدماء كانوا هم من عالجوا تلك المشكلة للمرة الأولى فى تاريخ الرياضيات.

ولم يكن تصور ريتشارد ج. جيللينجز Richard J. Gillings يناقض ذلك: "But his method allows him to find a square nearly equal to- - a circle, so that we can credit A'hmosè with being the first authentic circle – squarer in recorded history!" (ريتشارد ج. جيللينجز Richard J. Gillings، الرياضيات فى عصر الفراعنة Mathematics in the time of pharaohs، نيويورك، منشورات دوفرdover، ١٩٨٢،ص. ١٤٥) الترجمة (من الفرنسية):

"ولكن طريقته تتيح له أن يكتشف مربعا مساويا تقريبا للدائرة، بحيث يمكننا أن نتحقق من أن أحمس Ahmes يعتبر أول مهندس مصرى أصيل يرسم دائرة داخل مربع على مدار التاريخ المسجل!".

ولقد كان أحموس A'h-mosè، أو أحمسAhmes هو الكاتب – الرياضى الذى قام، حوالى عام ١٦٥٠ ق.م، بنسخ النص الرياضى المصرى المعروف اليوم تحت اسم "بردية راند Rhind". والواقع أن طريقة البحث فى تربيع الدائرة قد ظهرت لأول مرة فى التاريخ المدون للرياضيات، مع المسألة رقم ٤٨ من تلك البردية.

وهكذا يمكن القول إن البرنامج البحثى الذى طوره أرشميدس السيراكيوزى Archimède de Syracuse (فيما بين الأعوام ٢٨٧ – ٢١٢ق.م) لتربيع الدائرة، كان بعد المصريين القدماء (حوالى عام١٦٥٠ ق.م)، والمهندس هيبوقراط الكيوسى Hippocrate de Chios (القرن الخامس قبل الميلاد) بزمن طويل.

٢ – وقد بدأ أرشميدس اهتمامه بالأشكال التى ترتبط أطوالها، وعروضها، ومساحاتها، وأحجامها بتلك التى للدائرة (الكرة، الإسطوانة، المخروط، والأشكال الحلزونية).

وفى مرحلة ثانية، درس أرشميدس الأشكال المنحنية الخاصة (القطع الزائد paraboles، والهلاليات lunules)، والتى يمكن تربيعها.

وفى المرحلة الثالثة والأخيرة، طرح أرشميدس طريقة لحساب مقاسات الدائرة.

٣ – وفى عصر أرشميدس، لم يكن المعهد الرياضى gymnase يترك سوى مكان ضئيل للأنظمة العلمية، فيما يخص الرياضيات والهندسة. وفوق ذلك، فلم يكن هناك فى سيراكيوز – مسقط رأس أرشميدس – أى معهد دراسى أعلى من المعهد الرياضى.

ومن الواضح أن من كانت لديه الرغبة فى أن يصبح عالما كان عليه التوجه إلى الإسكندرية... على الأرض الأفريقية لمصر.

ومثلما حدث من قبل لطاليس Thalès من ميليهMilet، أو فيثاغورث من ساموس، Samos قام أرشيميدس برحلة إلى مصر، حيث جاء من سيراكيوز، حوالى منتصف القرن الثالث قبل الميلاد. وفى ذلك الوقت كانت المعارف الفلكية، والطبيعية، والرياضيات وعلوم الميكانيكا، ودراسات الطبيعة، والأدب، وقواعد اللغة، والجغرافية، مزدهرة فى الإسكندرية. ولقد كان هناك فى مكتبة متحف الإسكندرية أكثر من ٥٠٠،٠٠٠ مخطوط بردى: وتراجيديات سوفوكليس

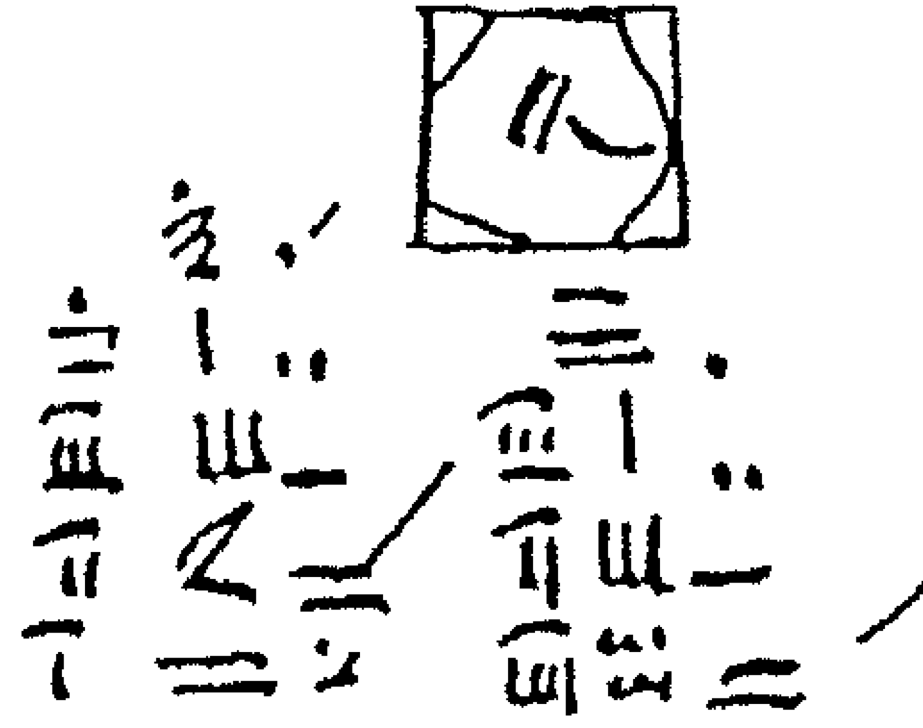
Sophocle، ويوريبيدس Euripide، وأسخيلوس Eschyle، والكوميديات الكبرى لأريسطوفان Aristophane..إلخ، وكان هناك تراث أفلاطون Platon، وروايات الرحالة، وكتابات الشعراء، من الذين نقلوا إلينا صورة العالم القديم مثل أناكسيماندر Anaximandre، وأناكسيمان Anaximène، وأريستارك Aristarque، وكتابات هؤلاء الذين قالوا لنا كيف كانت الأعداد: فيثاغورث Phythagore، وعناصر إقليدس Les Eléments d´euclide (ثلاثة عشر مجلدا).

إلا أنه كان هناك الميراث الفرعونى الهائل مقروءا بين العلماء كالكهنة والمؤرخين من أهالى البلد فى القرن الثالث ق.م، ولقد اختفى اليوم المؤرخ الشهير مانيتون Mnéthone، مؤلف "تاريخ مصر اليوم" إلا أن علماء المصريات فى أيامنا هذه، ليس أمامهم سوى اتباع حوليات مانيتون Chronique Manéthonienne عن الأسر الفرعونية.

لقد كان أفلاطون وأرسطو، فى زمانهما يحتفيان بالابتكارات الفلكية والرياضية، والفنية، واللغوية للعبقرية المصرية.

وبالنسبة لكونون conon، المهندس السكندرى، فقد عرف هو الآخر مثل أرشميدس خاصية الانحناء المدهش، بعمل عدة لفات حول نقطة تبتعد فى كل لفة إلى مسافة أبعد: أى اللولب أو الحلزون. ولم يكن لدى أرشميدس شيء يكتبه قبل قدومه إلى مصر. وهو لم يقم بتحرير بحوثه ودراساته فى الرياضيات إلا بعد عودته إلى سيراكيوز بعد ذلك بسنوات طويلة، وفى جهة أخرى كان لديه أفكار كونون، والذى كان يستطيع فهم كتاباته ويعتمد عليها فى إقامة حكم سليم.

٤- تربيع الدائرة فى مصر. والعمليات التالية تظهره على أرض الواقع.

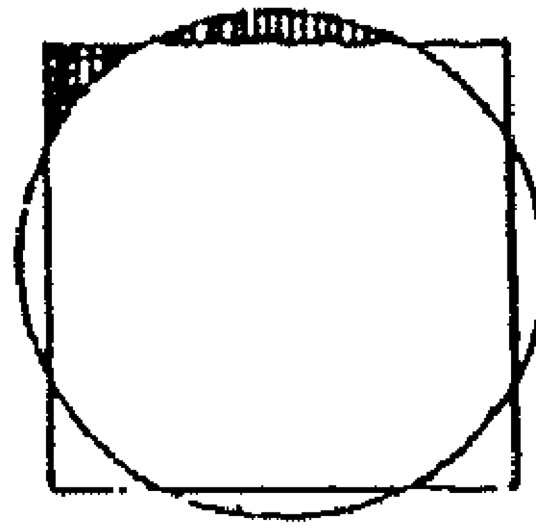


شكل ١٣٦: تربيع الدائرة فى مصر (حوالى عام ١٦٥٠ ق.م)

وتلك المسألة رقم ٤٨ فى بردية إنر ويمثل ذلك الشكل المرسـوم بمعرفـة الكاتب دائرة مرسومة داخل المربع. وقيمة العلامة داخل الشكل هى ٩: وهو طول ضلع المربع وقطر الدائرة فى نفس الوقت. إذن فطول ضلع المربع يساوى قطـر الدائرة. ويحسب الكاتب مساحة المربع: ٩ × ٩ = ٨١.

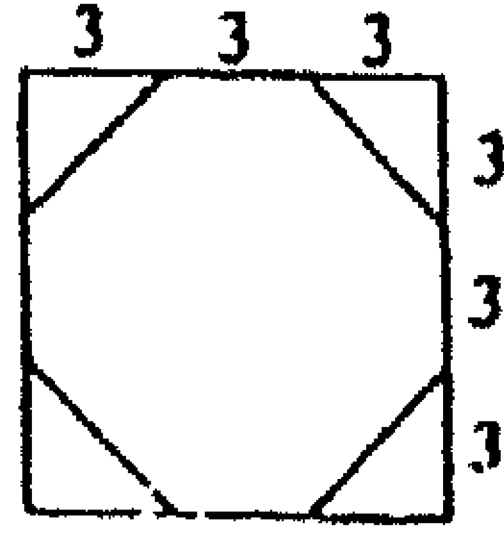
ثم يحسب مساحة الدائرة: ٨ × ٨ = ٦٤.

ويبرر ذلك: أن المربع والدائرة يرتبط فيهما الضلع والقطر بالعلاقـة ٩/٨. ومساحتهما متساوية تقريبا. وبذا تزيد الدائرة على المربع (الجزء المهـشَّر) وفـى نفس الوقت، نجد أنها نفس نسبة زيادة المربع على الدائرة (الجزء المربع).



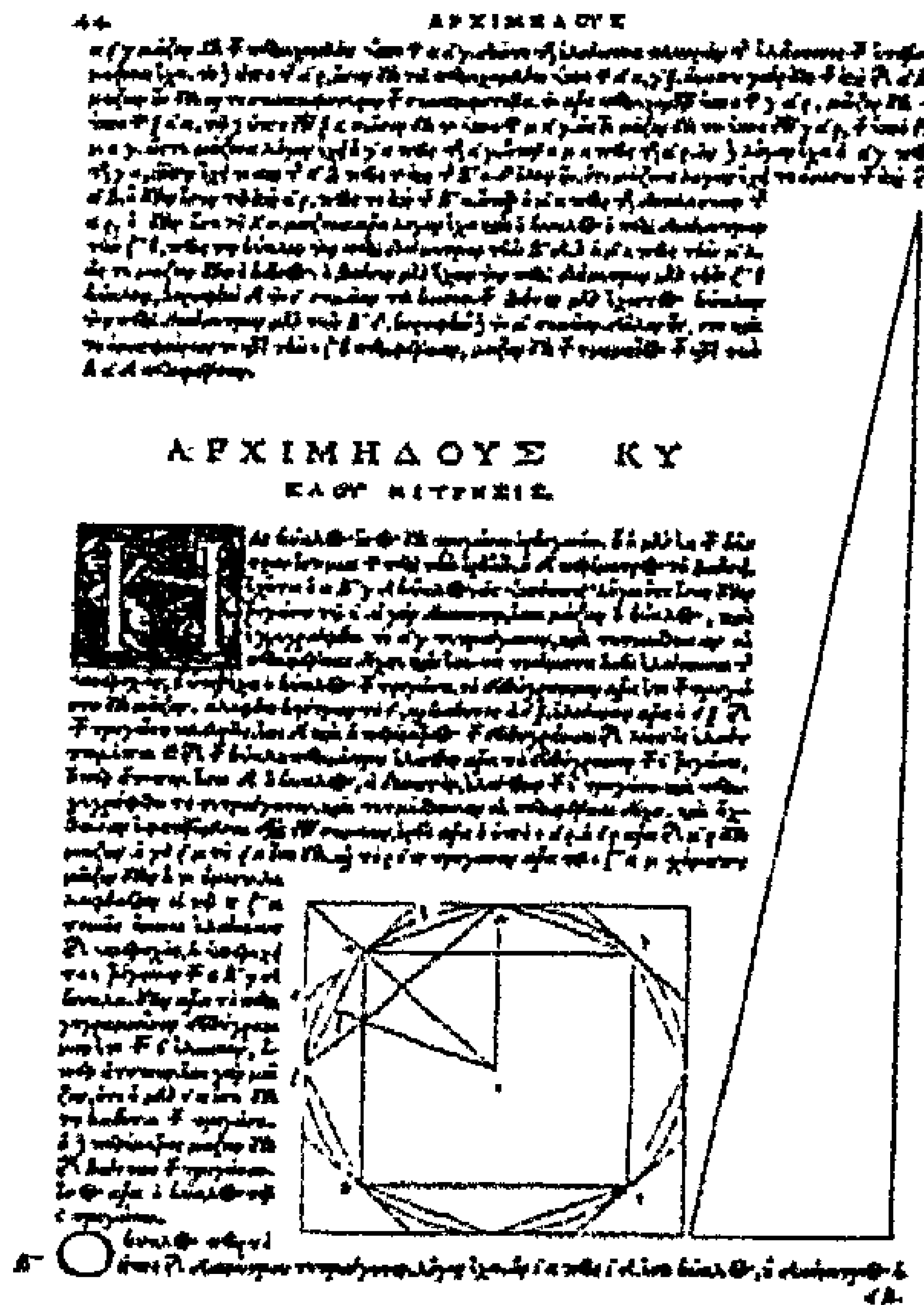
شكل ١٣٧: مساحة المربع والدائرة متساويتان تقريبا ومن الممكـن أيـضا تفسير المعطيات المصرية لتلك الطريقة الأخرى.

فالدائرة تمثل مثمنا غير منتظم مبينة فيه الأبعاد على الشكل المرسوم فيمـا بعد (شكل ١٣٨) والذى مساحته ٦٣، غير أن الرقم ٦٤ كان مفضلا عند الكاتـب لأنه مربع كامل carré parfait.



شكل رقم ١٣٨: دائرة ممثلة بمثمن غير منتظم.

ومساحة المربع: ٩×٩ = ٨١ وهى مساحة أربع مثلثات متساوية الساقين وهم يكونون معا مربعين صغيرين ضلعهما = ٣، ومساحتهما (٣ × ٣) × ٢ =١٨ وبذا تكون مساحة الدائرة ٨١-١٨= ٦٣، وتفضيل ٦٤ على ٦٣ حيث إنه عدد مربع كامل carré parfait وعموما، فقد قارن المصريون المربع مع الدائرة المحيطة به. ويطرح ذلك مسألة تحديد العلاقة بين القطر والضلع. وقد أثبتوا أن الدائرة كانت مساحتها أكبر. ومن ثم بحثوا فى إمكانية أن تكون مساحة المربع مساوية تقريبا لمساحة الدائرة، أى أن المربع يتوسط بين المربع المحيط بالدائرة والمربع داخل الدائرة. وقد لاحظ المصريون القدماء النسبة ٩/٨ والتى أو جدوا فيها ضلع المربع وقطر الدائرة.


ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΜΕΤΡΗΣΙΣ

شكل: ٣٩ تربيع الدائرة الذى قام به أرشميدس وبداهة فقد كان هناك مفهوم معين للعلاقات الهندسية. ويجب أيضا إيضاح مفهوم ثبات تساوى مساحات الدوائر والمربعات، والتى تحقق العلاقة ٩/٨، مهما كانت أبعاد تلك الأشكال. ويقارن ذلك الثبات بالنسبة التقريبية Pi (π)، والذى تمثل بين العلاقة ونصف القطر للدائرة ومن خلال تلك العلاقة ٩/٨ ن كان المصريون القدماء أول من قام بمحاولة فى تاريخ الرياضيات، لحل مسألة تربيع الدائرة.

٥ – تربيع الدائرة بمعرفة أرشـميدس قبـل أرشـميدس وبعـد إنجـازات المصريين القدماء، أوضح إقليدس Euclide فى كتابه الثـانى عـشر المعـروف بالعناصر Éléments، إنه لكل دائرة هناك علاقة ثابتة بين مساحة تلـك الـدائرة ومساحة مربع يكون ضلعه مساويا لنصف قطر الدائرة.

وقد تناول أرشميدس فى مقالة "قياس الدائرة" موضـوع تربيـــع الـدائرة (شكل ١٣٩).

XXXIV

المخروط، الكرة، الإسطوانة

أرشميدس ومصر

كان المصريون القدماء يعرفون الأشكال الهندسية التالية:

إون iwn "المخروط"، إنر inr "الكرة"، وسى إى `š 3 دبن dbn "الإسطوانة". وكانوا يعرفون طرق حساب (ايرى `iri) المساحة (إ ح ت 3ht) لنصف الكرة ن ب ت nbt، (`š 3) للمخروط الناقص، وكذا المخروط الناقص للساعة المائية clepsydre، وأخيرا حجم الإسطوانة:

إ ون iwn، أو ون ن iown، "مخروط".

سنت sntt، سينيت senett "قاعدة" (المخروط).

ك ى و k3y، كى kay "الارتفاع" (للمخروط).

س إى k3y، كى kay "الارتفاع" (للمخروط).

إ ن ر، إنير "iner" "كرة". المحددة له مغزى قوى للغاية.

ن ب ت، نبيت nbt،nebet، "نصف الكرة" "hémisphère".

âdj،d، "قطاع مستوى من الكرة" الدائرة العظمى للكرة.

ت ب – ر، تيب– إير tep- er، tp-r،"قطر" (الدائرة).

إ ح ت، أحيت ahet، 3ht "مساحة"، "مساحة"، "مسطح".

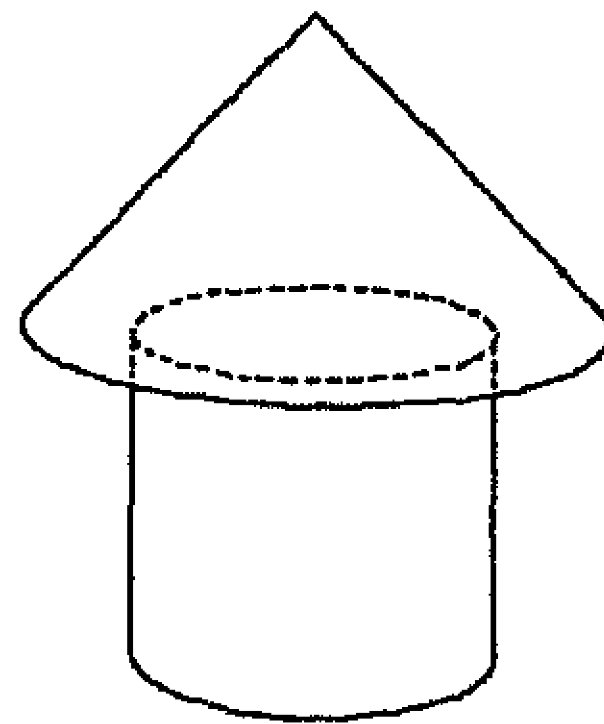
ج س، جس ges، gs "نصف"، "نصف" (نصف لشكل، لوحده).

س ى، شا shaa، `s 3، "الحجم".

٢ – وعند حساب مساحة نصف الكـرة بدقــة حـوالى عـام ١٨٥٠ ق.م (المسألة رقم ١٠ فى بردية موسكو)، ولم يكن المـصريون القـدماء بمـستطيعين بالتالى أن يهملوا مساحة الكرة كلها.

٣– والصيغة الدقيقة لمساحة الكرة تكون مماثلة للصيغة التى تعطى مساحة الإسطوانة المجانية exinscrit للكرة وبطول مـساو لقطـر الكـرة. ولقـد كـان و.و.شتروفه w.w.struve صائبا فى تفكيره بأن المصريين القـدماء لـم يكـن تنقصهم عملية الربـط بين هذين الشكلين، الكـرة والإسطـوانة، وذلـك لكـى يستنتجوا طريقة عامة عملية – نظرية فى دراسة الدولة للفنون الجميلة فى موسكو W.W. Strufe,math ematiselır papyrus des staattichen musems schönen künste in Moskau، وذلك ضمن "مصادر ودراسـات فـى تـاريخ الرياضـيات... "quelle und studien zur geschichte der mathematic برلين، A, I, ١٩٣٠، ص ١٨٠)

وإذا ما اقتنع المرء بعالم موضوعى مثل و.و. شتروفه، فربما يكـون مـن المحتمل أن المصريين القدماء لم يهملوا النظر فى وضع علاقـات فـى المـساحة والحجم لهذين الجسمين المصمتين، الكرة والإسطوانة. وفى باقى أنحـاء أفريقيـا السوداء، سواء المألوفة أو الموجودة فى العمق، نجد أن ارتباط الكرة، والمخروط، والإسطوانة من الأمور المعتادة المعمول بها فى الهندسة المعمارية.



شكل ١٤٠: منزل على هيئة مخروط – إسطوانة فـى أفريقيـا الـسوداء: هندسة وعمارة. ويقطع الجدار الإسطوانى السقف المخروطى فى دائرة. ويظهـر هذا الشكل تماما تقاطع الخطوط. (كلوديـا زاسلافـسكى Claudia Zaslavsky،

أفـريقيـا تحسب Africa تحسب، الـعـدد والـنمط فى الثقـافة الأفـريقيـة Number and pattern in African culture،Westport , Lawrence Hill & C° منشورات عام ١٩٧٩، ص ١٥٩ - شكل ٥- ١٣)

٣ - وفى دراسته عن الكرة والإسطوانة، ذكر أرشميدس واحدة من أشـهر نتائجه الهندسية: "كل إسطوانة تكنون قاعدتها الكبرى هى الكرة، ويكون ارتفاعهـا مساويا لقطر تلك الكرة، يكون حجمها مرة ونصف المرة تلك الكرة، كمـا تكـون مساحتها، بما فيها القاعدتان مرة ونصف المرة مساحة تلك الكرة ٢٢٠. ولابـد أن نفهم أنه لكى نحصل على حجم مساحة كرة ذات حجم غيـر معـروف وتكـون مرسومة داخل إسطوانة، فيكفى أن نقسم الحجم والمساحة الكلية للإسطوانة علـى ١,٥.



شكل ١٤١: منزل مخروطى إسطوانى فى النوبة.

وعاء من الطين: أى شكل منزل مخروطى إسطوانى.

وهو شكل منتشـــر كثيرا فى أفريقيا السوداء فى ثقافـــة الكيرمـــا Kerma (١٧٥٠- ١٥٥٠ ق.م).

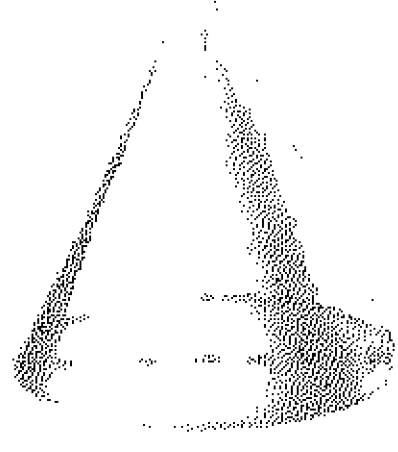
الارتفاع ١٠٦ سم. ملون.

الخرطوم. متحف السودان القومى رقم ١١٩.

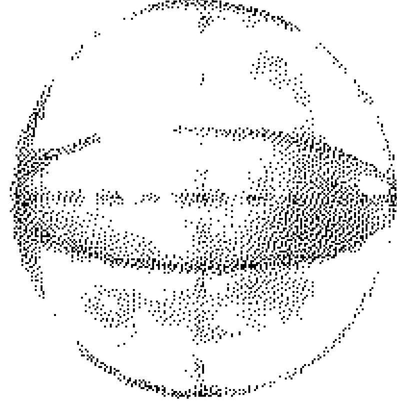
وتثبيت تلك النتيجة التى توصل إليها أرشميدس أنه لو كان لدينا مخـــروط، وكرة، وإسطوانة، لهم نفس الارتفاع والقطر، وإذا ما حددنا حجم المخروط بواحـــد صحيح، فسيكون حجم الكرة، وحجم الإسطوانة. وتكـــون تلـــك الأشـــكال الثلاثـــة المخروط والكرة والإسطوانة عائلة، ويرتبط قياسهم بقياس الـــدائرة. فهـــى ثلاثـــة أشكال دائرية. ولما كان أرشميدس قد رسخ علاقة بين الكـــرة والمخـــروط، فقـــد توصل للنتيجة التالية: تمثل مساحة الكرة أربعة أمثال مساحة المخروط.

وبالنسبه للإسطوانة، فقد ثبت من قبل أن المخروط الذى لـــه نفـــس طـــول الإسطوانة ستكون مساحته ثلثى الإسطوانة. وتساوى الكرة ذات نـــصف قطـــر R أربعة أمثال مخروط ارتفاعه R (وقاعدته تساوى الدائره الكبرى للكرة):.ويـــساوى ذلك مخروطين بارتفاع2R. وإذا ما رسمنا الكرة داخل إسطوانة: وارتفاعها يـــساوى 2R. وستكون مساحة الإسطوانة مساوية لثلاثة مخاريط، والكرة مخروطين: ومن ثم تكون الإسطوانة مساوية لمرة ونصف مساحة الكرة، وينطبق ذلك على مساحتهم مثلما ينطبق على أحجامهم.

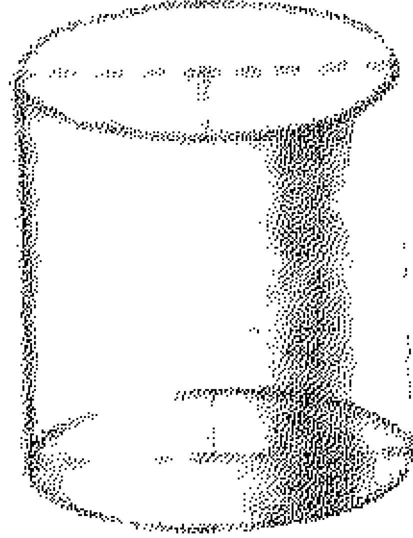
وقد أكد شيشرون Cice'ron (١٠٦-٤٣ ق.م) أن مقبرة أرشـــميدس فـــى سيراكيوز لا تحمل أى اسم، بل عليها نقش لكرة مرسومة داخل إسطوانة.



المخروط: شكل يتولد من دوران مثلث.



الدائرة: شكل يتولد من دوران دائرة.



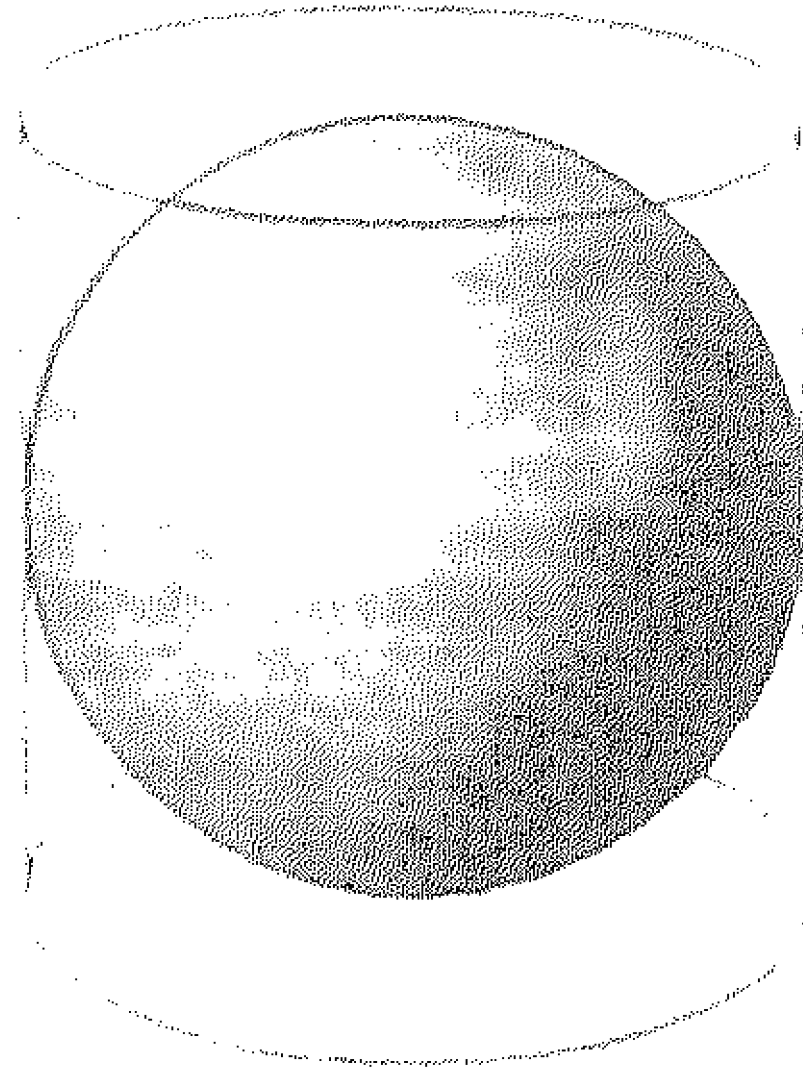
الإسطوانة: شكل يتولد من دوران مربع (أو مستطيل)

شكل ١٤٢: المخروط، الكرة، والإسطوانة: عائلة واحدة.

إن تلك الأشكال الثلاثة تكون "عائلة Famille": فهى ذوى أشكال دائرية وقياسهما يرتبط بقياس الدائرة.

وعندما وضع أرشميدس دراسته عن الكرة والإسطوانة، نجده قد بدأ من علاقة المخروط بالإسطوانة، المعروفة منذ أيام أيودوكس الكينيدى(*) Eudox de Cnide، وكان فلكيا ورياضيا يونانيا (حوالى ٤٠٦- حوالى ٣٥٥ق.م)، واستقر فى مصر منذ فترة دراسته: "و يقال إن أيودوكس قد درس على يد خونوفيس Chonopis (وكلمة خنوم Khnoum تعنى الكامل فى اللغة المصرية القديمة) فى مدينة ممفيس" (بلوتارك Plutarque، إيزيس وأزوريس، ١٠).

(*) نسبة إلى بلده كينيديا أوكينيدوس وكانت تقع شمال رودس، وهى فى تركيا الآن – المترجم.



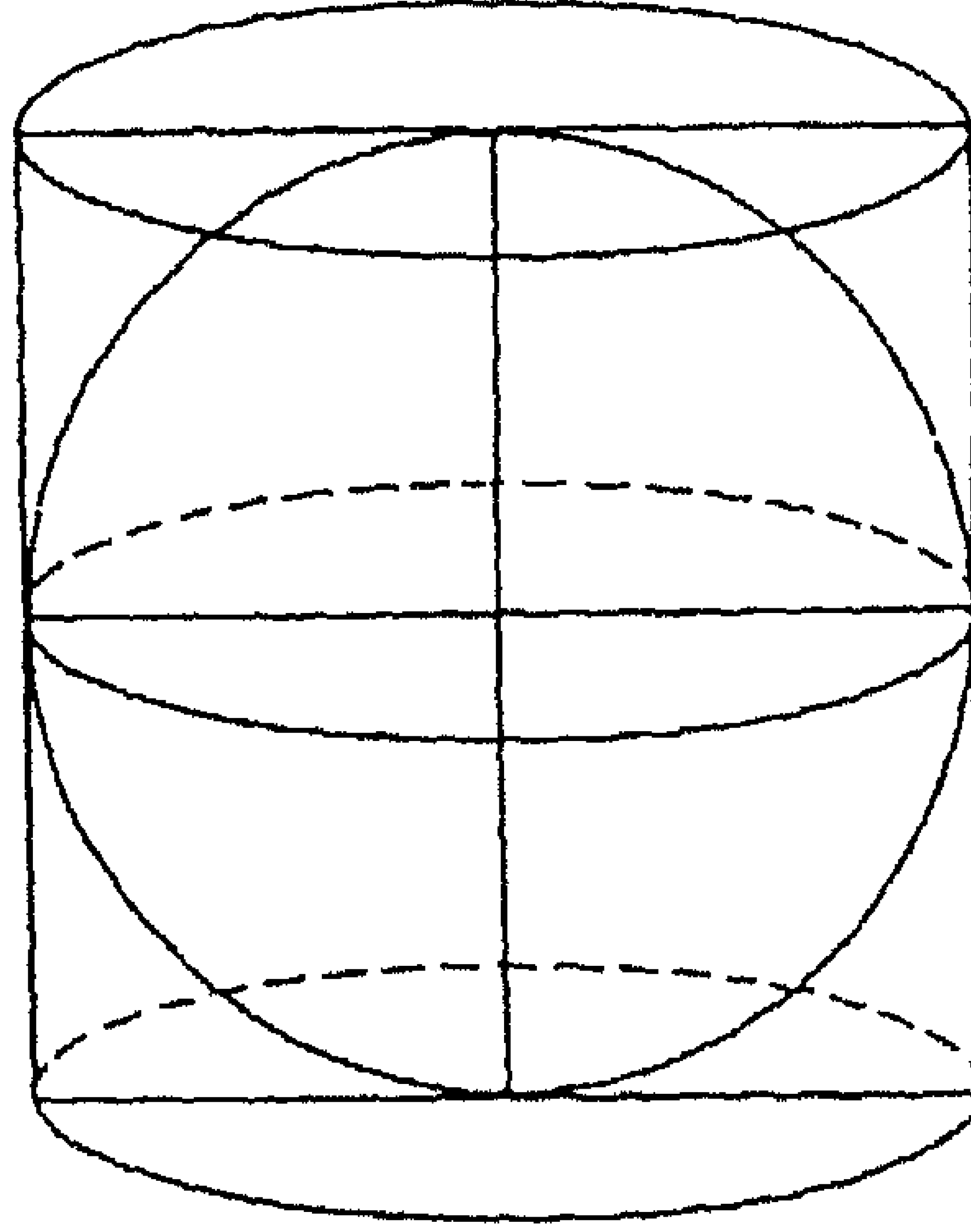
شكل ١٤٣: حول الكرة والإسطوانة.

وفى دراسته بنفس العنوان الموجود أعلاه، ذكر أرشميدس أن حجم الإسطوانة التى تحيط بها، ويحمل شاهد قبرة التمثيل الهندسى المناظر لمقولته، ويقال إن الجنرال الرومانى مارسيلوس Marcellus هو الذى حقق تلك الأمنية لأرشميدس السيراكوزى، كما قيل إن شيشرون قد اهتدى للمقبرة بفضل ذلك الشكل الهندسى.

وفى دراسته "حول الكرة والإسطوانة" قام أرشميدس بوضع علاقات قياس بين الأسطح المنحنية، بالنسبة للأسطح المستوية.

فحدد مساحة الدائرة كدالة لنصف قطر، وحسب المساحه العرضيه للمخروط الناقص بدءا من مساحة دائرة القاعدة لذلك المخروط أو الدائرة الكبرى للكرة.

وقبله، وكان المصريون القدماء قد قاموا بحساب نصف قطر قاعدة المخروط وهى على شكل دائرة، وغامد L'apotheme للمخروط، ومساحة قاعدة الإسطوانة الدائرية القائمة، وحجم الإسطوانة (المسأله رقم ٤١ من بردية راند)، مساح، نصف الكرة (المسألة رقم١٠من بردية موسكو). إن ذلك فى الواقع هو مبادئ الهندسة الفراغية التى لم يكن لها أى أثر فى اليونان إلا فى عصر أفلاطون.



شكل ١٤٤: إسطوانة مرسومة حول الكرة.

تلك هى الحالة الوحيدة حيث يتساوى ارتفاع الإسطوانة مع قطر دائرة القاعدة، وهو نفس قطر الكرة المرسومة داخل الإسطوانة، ويمثل ذلك أهمية خاصة (شيخ أنتا ديوب، "الحضارة أم البربرية Civilization au Barbarie"، باريس، التواجد الأفريقى،Présence Africane، ١٩٨١، ص ٣٠٦).

XXXV

الأوزان

الموازين، الروافع الهندسية

١ – الاستاتيكية la statique فى الرياضيات، تشير كلمة استاتيكية (فى اليونانية ستاتيكوس ststikos، "ما يخص الاتزان") إلى ذلك الفرع من الميكانيكا الذى يهتم بتوازن القوى. بذا فهو يختص بالقوى المبذولة (أو موجودة فى) فيما بين الأجسام الساكنة.

٢ – الميزان la balance (فى اللاتينية بس bis بمعنى مضاعف، لا نس lanx بمعنى جفنة أو طبق) جهاز يستخدم فى وزن الأشياء، يتكون ذراع fléau متحرك وطبقين يحمل أحدهما الأجسام المطلوب وزنها، والآخر به الأوزان المعروف قيمتها.

وكلمة يزن peser (فى اللاتينية pensare) تعنى تحديد وزن الأشياء، عن طريق المقارنة بوحدة الأجرام masse والجرم، هو وزن الشيء: والفعل يزن، هو قياس الوزن، صفة الوزن الجارى وزنه. والذراع هو ذلك القضيب الأفقى للميزان، والذى يتم تعليق الطبقين على طرفيه، وهى الأقراص التى تتلقى الأوزان أو المواد المطلوب وزنها.

٣ – ولكى تتم عملية الوزن، يكفى أن ينزلق المؤشر أو الثقل الموازن contrepoid إلى نقطة يكون فيها القضيب ساكنا فى وضع أفقى: ويتم حساب الوزن بمعرفة المسافة التى تفصل المؤشر أو الثقل الموازن من نقطة الارتكاز pivot. ويوضح قانون أرشميدس أن تلك المسافة تتناسب مع وزن

الحمولة. فإذا كانت هناك حمولة من ستة كيلوجرامـــات ســتتوازن علـــى مـــسافة ١٠سم، وبذا يكون لدينا مبدأ للميزان. فلايمكن للمرء أن ينشئ ميزانا دون أن يحيى فى البداية هذا المبدأ أو النظرية للميزان. وفى النهاية، فإن قضيب الميزان يكون له شكل هندسى. فهو قطاع من خط مستقيم. قطاعات من خطوط مستقيمة، موضوعة واحدا فى مواجهة الآخر، مكونان سطحا. وهذا السطح يكون متناسبا مع وزن ما. وتكون نقطة الارتكاز هى نقطة الاتزان / مركزالثقل centre de gravité.

٤ – وعند ابتكار الميزان، رمز الاتزان والتوافق المـــرتبط دومـــا بـــشعار الحقيقة – العدل – النظام الكونى (ماغت maa't)، كان من الواضح أن المصريين القدماء قد عرفوا المبدأ الهندسى للميزان وذلك قبل الصياغة المكتوبة لذلك المبـــدأ بمعرفة أرشميدس بوقت طويل، وعلى هذا فإن السير الوزنى (أرشميدس) كان أبعد أن يكون هو مخترع الميزان.

٥ – من السهولة بمكان التحقق من أن المصريين القدماء كانت لديهم معرفة دقيقة بالميزان بما فى ذلك كل الخصائص الأساسية.

– [hieroglyphs] و [hieroglyphs] م ح إت mh3t، ميخـــــات mekhat، (ميزان) له نقطة ارتكاز، أو سنا.

– [hieroglyphs] و [hieroglyphs] أو س و، أو يوس أو يو، (ميزان يدوى).

[hieroglyphs] و [hieroglyphs] م ح إتميخات mh3t (ميزان).

وهذا هو النموذج الأصلى Protoype للميزان الرومانى، والذى يقتضى ثقل موازنيه له قيمة معروفه، قضيب، ونقطة ارتكاز، طبق يحتوى الحمولة المطلـــوب وزنها.

[hieroglyphs] وت س ت، ويتشيسيت wetcheset، نقطه ارتكاز، (ســـناد) للميزان.

رم ن وى، ويتشيسيت wetcheset، wtst، أذرع القــضيب: ذراعا الميزان وهما فى الواقع قطاعان من خط مستقيم.

ح ن ك وهينكو hnkw,henekou "طبق" الميزان.

ت ح، تيكخ th,tekh "قبان" "Peson" الميزان.

د ب ن، ديبن dbn,deben "ثقل معلوم" للميزان.

م ح إ، ميكخا mh3,mekha "يساوى"" يوازى" يزن.

وت س K ويتشيسيت wetcheset،"يزن" وضع الــشىء فــى توازن على الميزان.

رداح رح س، "ميل إلى ناحية" للميزان.

ن م نيم nm,nem "إنحراف" فى الكلام عن الميزان.

والقضيب، أى رمز العدل، المساواة، الدقة والحقيقة، كــان يمثلــه ماعــت maa't نفسها.

م إى ت، ماعت maa't "الحقيقه– العدل – النظــام الكــونى السافى transcendant، التوافق الشامل، "التوازن التام للعالم".

وفيما يتعلق بذلك ، فقد كان المفهوم المصرى للحقيقة هو الذى حفز ابتكــار الميزان بمعرفة علماء الهندسة والمهندسين فى النظام الفرعونى.

والــنص التالى واضــح تماما (حكاية ســاكن الــواحة أو الفــلاح الفصيح le cont de l'dasien ou le paysan e'loqnent ، B/C 167-166) ويرجع إلى الدولة الوسطى (٢٠٥٢- ١٧٧٨ ق. م).

(١)

(٢)

(٣)

الترجمة.

(١) نغتك (ن س. ك) هى قبان (ت ح TH) الميزان.

(٢) قلبك (اب.ك) هى أثقال (دب ن dbn) الميزان.

(٣) شـــفتاك (س ب ت و.ك وى spty.cy همـــا ذراعـــا (رم ن ووىrmnwy) الميزان.

والقبان ذو ثقل الموازنة (ت ح th) هو بالتأكيد أداة على قدر ضـئيل مـن الدقه، إلا أنها تناسب، قياس الأوزان كما أن اللغة (ن س ns) هى أيضا متحركـة قبل القبان، فهى فى إمكانها القيام بالثرثرة كما يمكنها أيضا التزام الـصمت ومـن الممكن أن تكون اللغة وسيطا صحيحا، فالقلب (١ ب 1b)، هو مكـان العواطـف والتفكير وبالتالى فهو الجزء المركزى فى الإنسان، والذى يشكل ثقله الاجتمـاعى والأخلاقى: "لا تتحدث كذا لأنك كبير ، لا تكن خفيفا، لأنك رجل ذو ثقل" (حكايـة ساكن الواحة أو الفلاح B,166). والتعبير"قلبه على شفتيه" يعنى أحيانا كون المرء صريحا". وذراعا قضيب الميزان لابد أن يكونا مضبوطين كى يقيسا أوزان الأشياء والإنسان أيضا (الوزن المادى والأخلاقى).

وبذا يكون للميزان بعد ميتافيزيقى فى مصر القديمة. ومن ثم كان الميـزان يستخدم للحكم على الموتى أقام أو زيريس والآلهة المساعدون الأثنان والأربعـون وقد تكرر ذلك كثيرا فى الأساطير والعقائد المصرية القديمه.

٦- ومقاييس الأوزان المصرية القديمة كانت كالتالى:

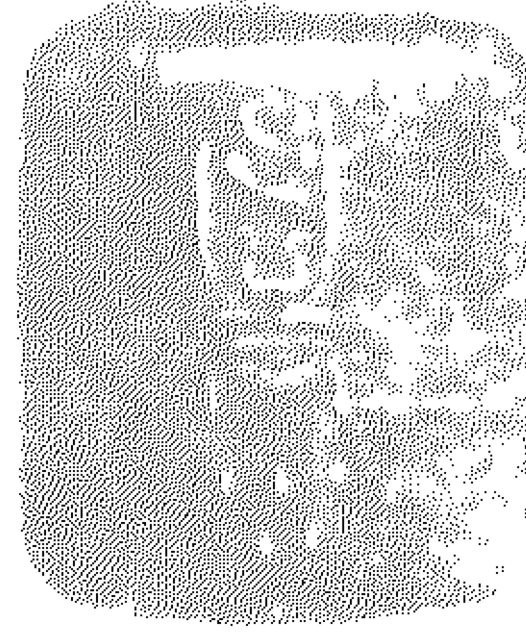
دب ن ، ديبن dbn,deben ٩١ جرامًا (بدءا من الأسـرة الثامنـة عشرة) لوزن كل أنواع المعادن.

ك د ت، ك ا ت kdt,kite وزن ١/١٠ الديبى أى ٩,١ جرام.

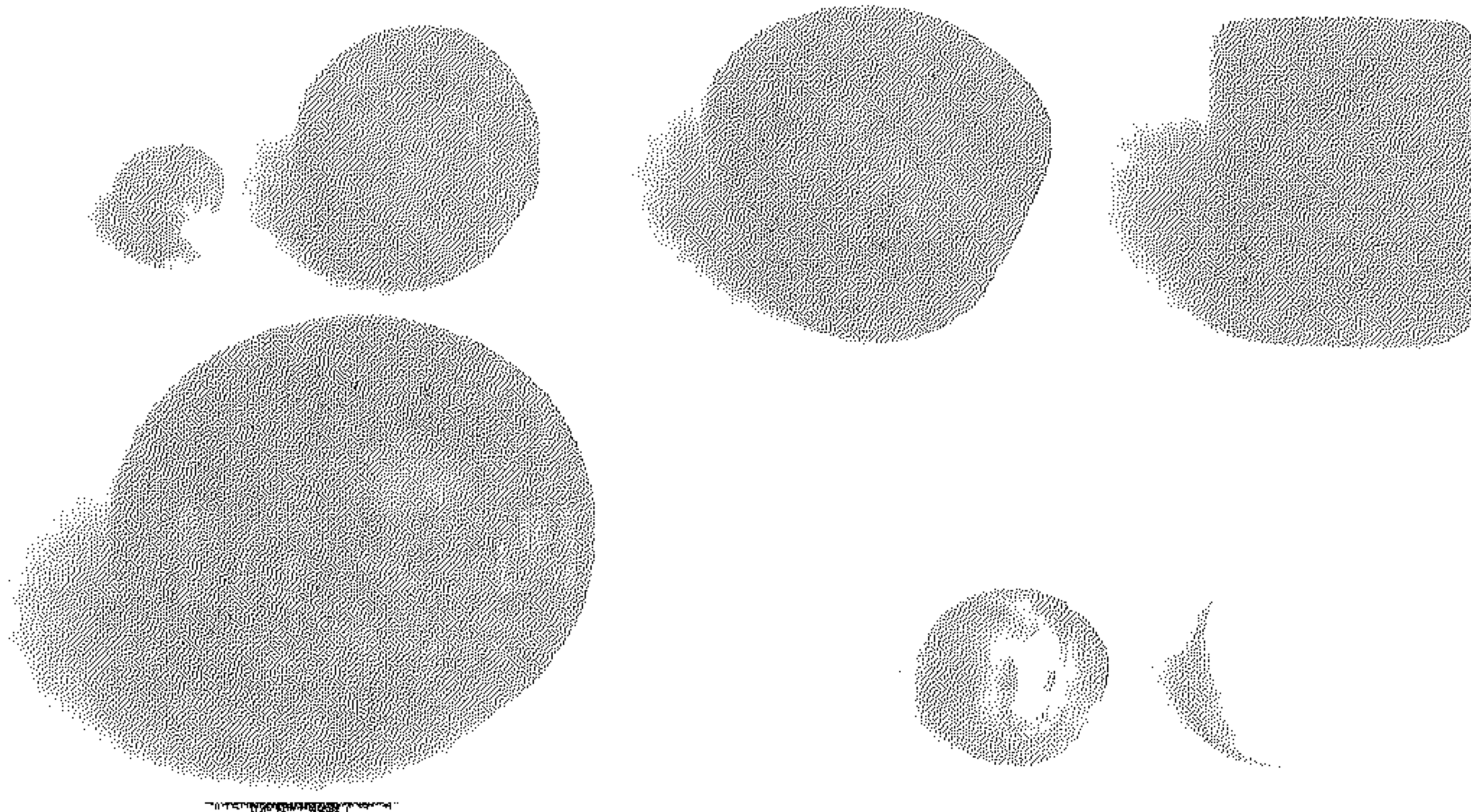
س ت و، س ح ات sty,shaty وزن قيمته١/٢ الديبى حوالى ٧,٥ جرام.

𓂧𓈖𓋴 د ن س dns "ثقل"، "ثقيل".

𓂧𓈖𓋴𓏥 د ن س و"وزن".



شكل ١٤٥: أوزان مدموغة من الحجر تحمل اسم الملــك أمنحتــب الأول Amenophis I (١٥٥٧ – ١٥٣٠ ق.م)، جيسر- كــا - رع – jeser-ka-ra' ("قوى ، والكا ka لرع'Ra") والقيمة مبينة: ٥٠ ويستخدم هذا الوزن المدموغ دون شك فى وزن الذهب (ن ب وnbw) وتلك الكلمة منقوشة أيضا على الحجر. وتوجد تلك الوثيقة حاليا فى المتحف البريطانى بلندن والأثقال المستخدمة فى وزن الذهب عند قبائل الأسانتى 'asanle (الأشانتى Ashanti) فى غانا معروفة عالميا، ولقــد كان المصريون القدماء يستخدمون أحيانا رأس البقرة (الكا ka)، وأحيانًــا أخــرى أوزانًا مدموغه توضع فى أحد طبقى الميزان. وتقدم الوثيقة السابقة (شــكل ١٤٥) شاهدا ملموسا لذلك.



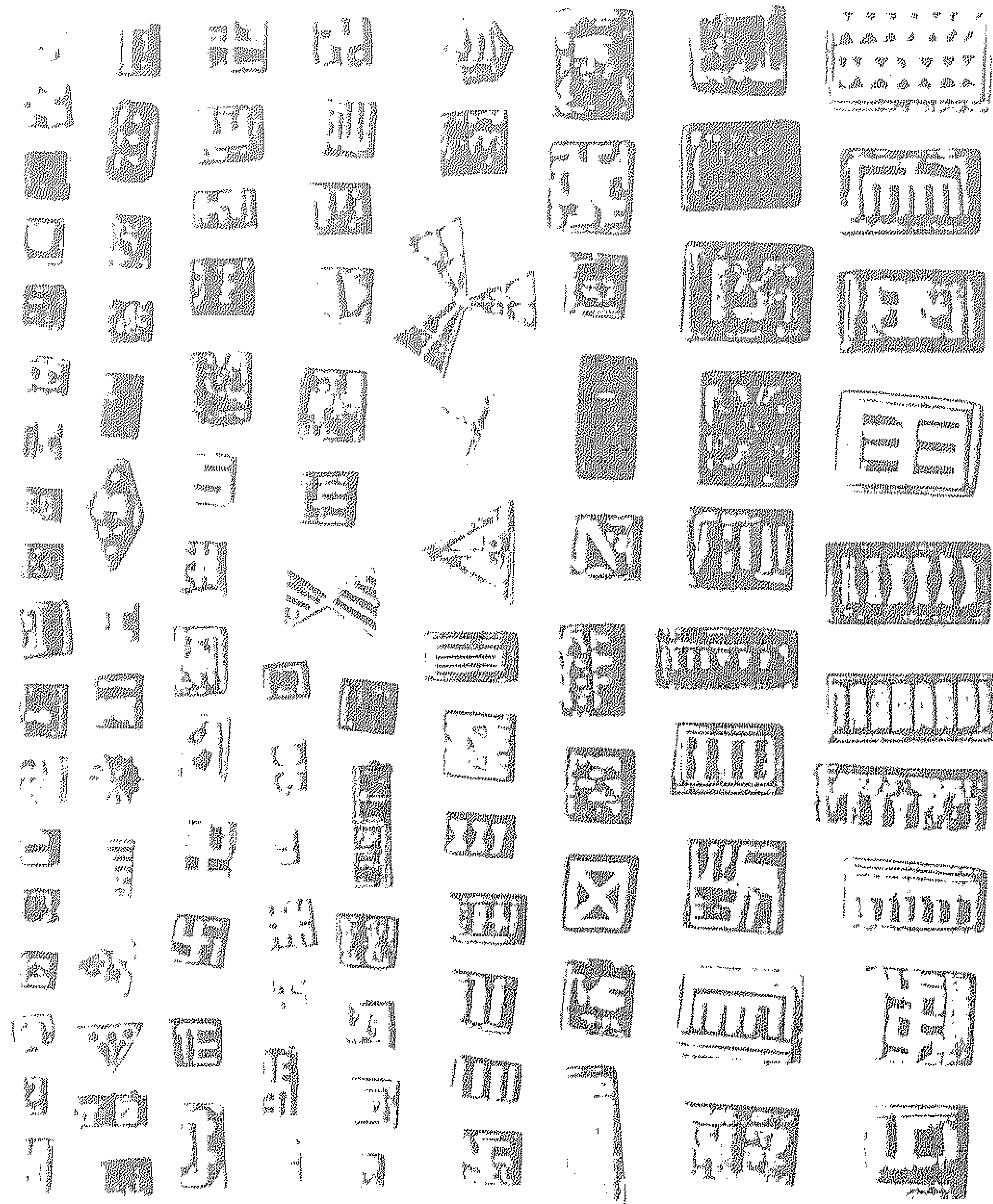
شكل ١٤٦: أوزان متنوعة مستخدمة فى الموازين من حجــر الــديوريت، والبرونز، والحجر المعرق (المجزع 'veinee). وتجــب ملاحظــة الأوزان ذات الشكل المكعب. أما الوزن البيضاوى فكان يصنع مــن البازلــت الأســود (الحــد

الأقصى للقطر ٢,٥سم ، الوزن ١٧٤ جرامًا). ويحمل نقشا باسم "الكاهن القارئ، كبير عشرة الجنوب، كاهن أنوبيس، حبيتى hepeti". والوزن المدموغ بالرقم ١٠ ودائما ما تثير دهشتنا روح الدقة عند المصريين القدماء، هؤلاء الذين ابتكروا هندسة الموازين...... إلخ، ولقد كان دمغ الموازين يعتبر علامة على الدقة والإحكام، والعدل، والحقيقة ولا يلفت ذلك النظر على الإطلاق فى أدب المصريات الحديث. المتحف المصرى فى تورنتو (القاعه VI).

٧- **نظريه الرافعة**. من الممكن لقضيب صلب متأرجح حول نقطة ثابتة، تسمى نقطه الارتكاز، أن يحرك، ويرفع الأحمال، وهو يسمى فى تلك الأحوال رافعة levier .

وأذرع الرافعة هى المسافات بين نقطه الارتكاز فى اتجاهات القوتين، القوة المحركة، والقوة المقاومة. وفى حالة تساوى طول أذرع الرافعة، تكون الأثقال المفترضة فى توازن متساوية أيضا، أما الأثقال غير المتساوية وفى حالة توازن، تكون مسافاتها من نقطة الارتكاز، غير متساوية ويسمى حاصل ضرب الذراع فى القوة التى تؤثر عليه العزم الأستاتيكى moment statique. وتكون حالة التوازن للرافعة عندما تتساوى قيم العزوم الاستاتيكية للقوتين.

٨ – **الميزان La balance** ، ابتكار مصرى خالص وهو أول تطبيق علمى دقيق لنظرية الرافعة. قضيب الميزان fle'aw هو قطاع من خط مستقيم AB، ونقطة الوسط هى الصفر "0". هى نقطة ارتكاز وبذا تكون المسافتان 0A ,0B هما ذراعا الميزان.



شكل ١٤٧: أثقال لوزن الذهب أكان Akan ،غانا. وكانت من النحاس وتلك الأثقال لها تقاليد أسلوبية هندسية. وهناك أيضا أثقال ذات تقاليد شكلية.

وقد وضع ف. تيموثى F.Timothy كروكى للتسلسل التاريخى للأثقال، وقد تم صب ثلاثة ملايين قطعة من تلك الأثقال لوزن الذهب فيما بين الأعوام ١٤٠٠ –١٩٠٠ فى المنطقة التى تقسم اليوم غانا وساحل العاج، ويرجع تاريخ ثلثى تلك الأوزان للفترة الأخيرة، أى حوالى ١٧٠٠–١٩٠٠.وقد درس الأب جورج نيانجورابوا Pr.goeges niangorBouah بعمق تلك الأثقال لوزن الذهب فى إقليم أكان (أزانتى ,Asanta بول Baula، إلخ).

وإذا كانت الذراعان متساويتين، أى Oa = OB، تكون الأوزان p'.p فى كل من الطبقتين متساويتين. ومن ثم الكتل أيضا أى كتلة الجسم الموزون (الذهب على سبيل المثال) تكون متساوية مع الكتل المدموغة (رأس البقرة، وزن مدموغ... إلخ) والتى تتوازن فى الطبق الآخر للميزان، وعلى هذا فإن ذراعى قضيب الميزان لابد أن يكونا متساويين oA=oB: وتلك هى الحالة التى يسود فيها العدل. ويتضمن ذلك إنشاء ذا مواصفات هندسية متقنة خاصة للميزان. ومن المستحيل تصنيع ميزان دقيق دون ذلك الإتقان وتلك الهندسة.

وقد أدخل لافوازييه lavoisier (١٧٤٣-١٧٩٤) ، أحد الرواد المبدعين للكيمياء الحديثة، الميزان لآقه فى تجاربة المعملية للحصول موازين متقنة.

وهكذا ابتكر المصريون القدماء:

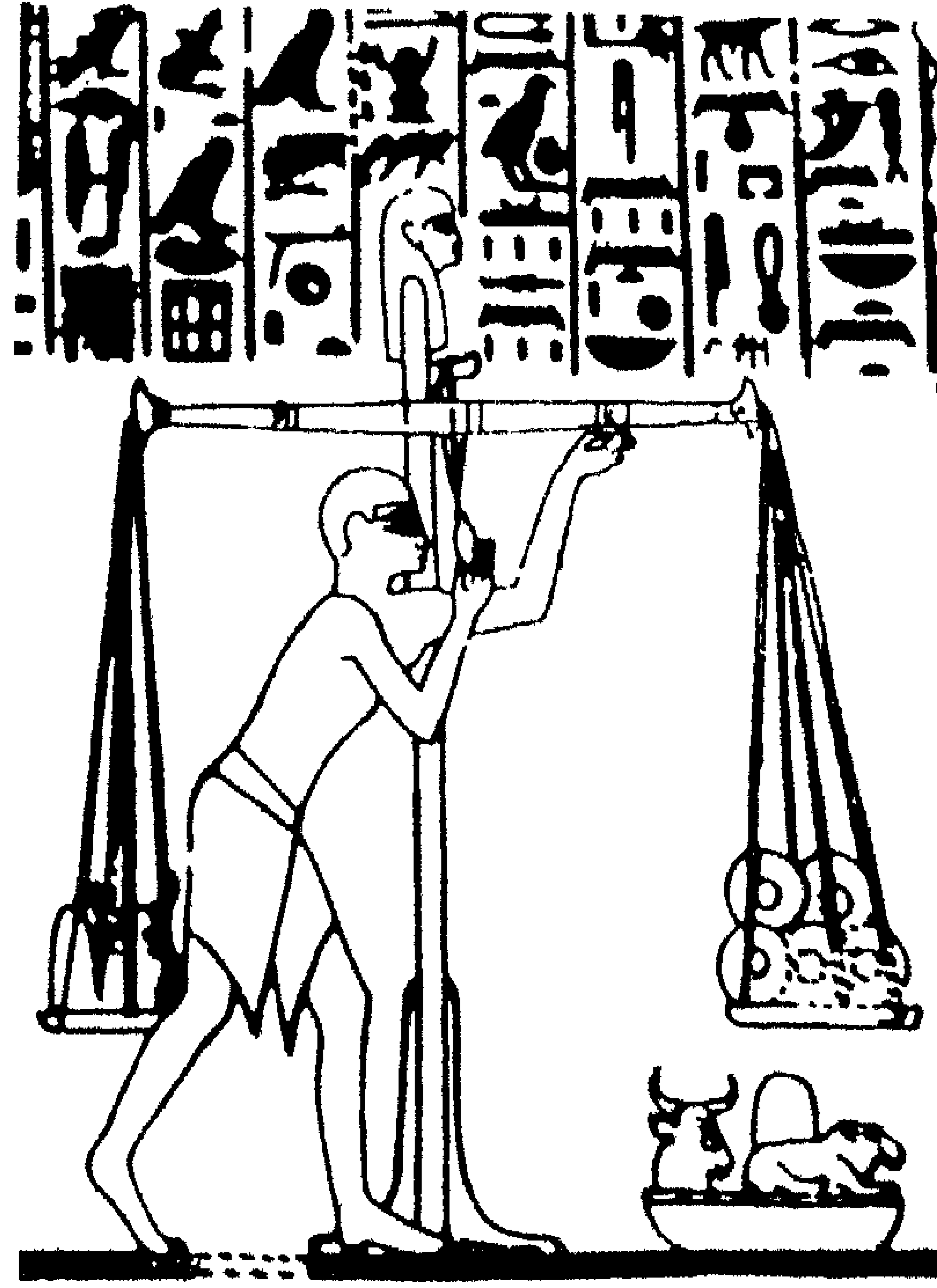
أ) الميزان، تطبيق على نظرية الرافعة ذات الأذرع المتساوية وفى توازن مع نقطة ارتكاز مركزية.

ب) الشادوف le chadouf (حوالى ١٥٠٠ ق. م) تطبيق ميكانيكى للرافعة ذات الأذرع غير المتساوية.

ج) ميزان الروح (السيكوتازية Psychotasie) للموتى.

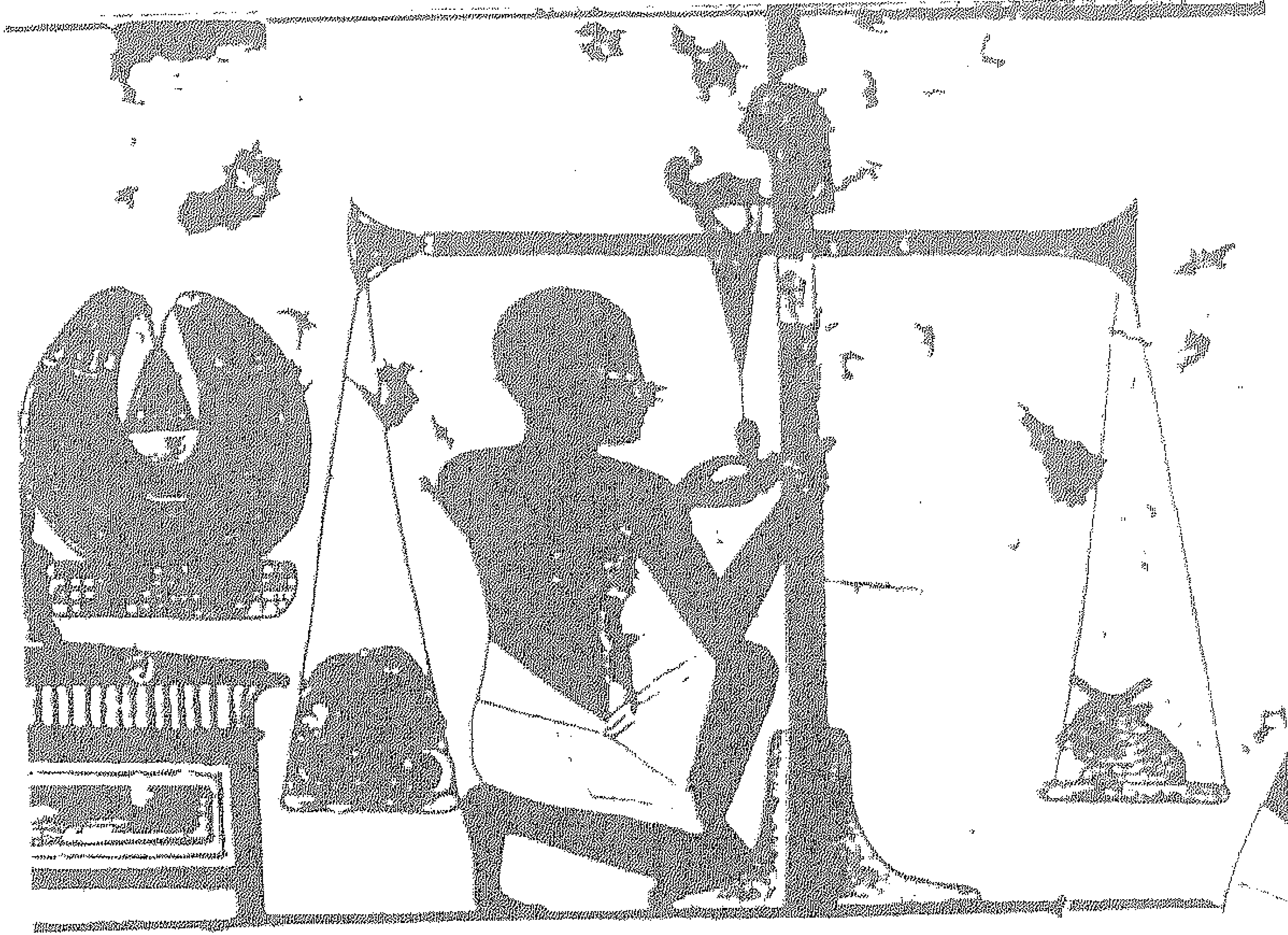


شكل ١٤٨: نحت بارز على مقبرة تى TI فى سقارة الأسرة الخامسة الميزان المصرى، الأسرة (٢٤٥٠-٢٢٩٠ ق.م) وقد تم اختراع الميزان فى مصر نتيجة فلسفة ماعت maa't المعيار العالمى. المراقب يؤدى عمله والكاتب يدون.



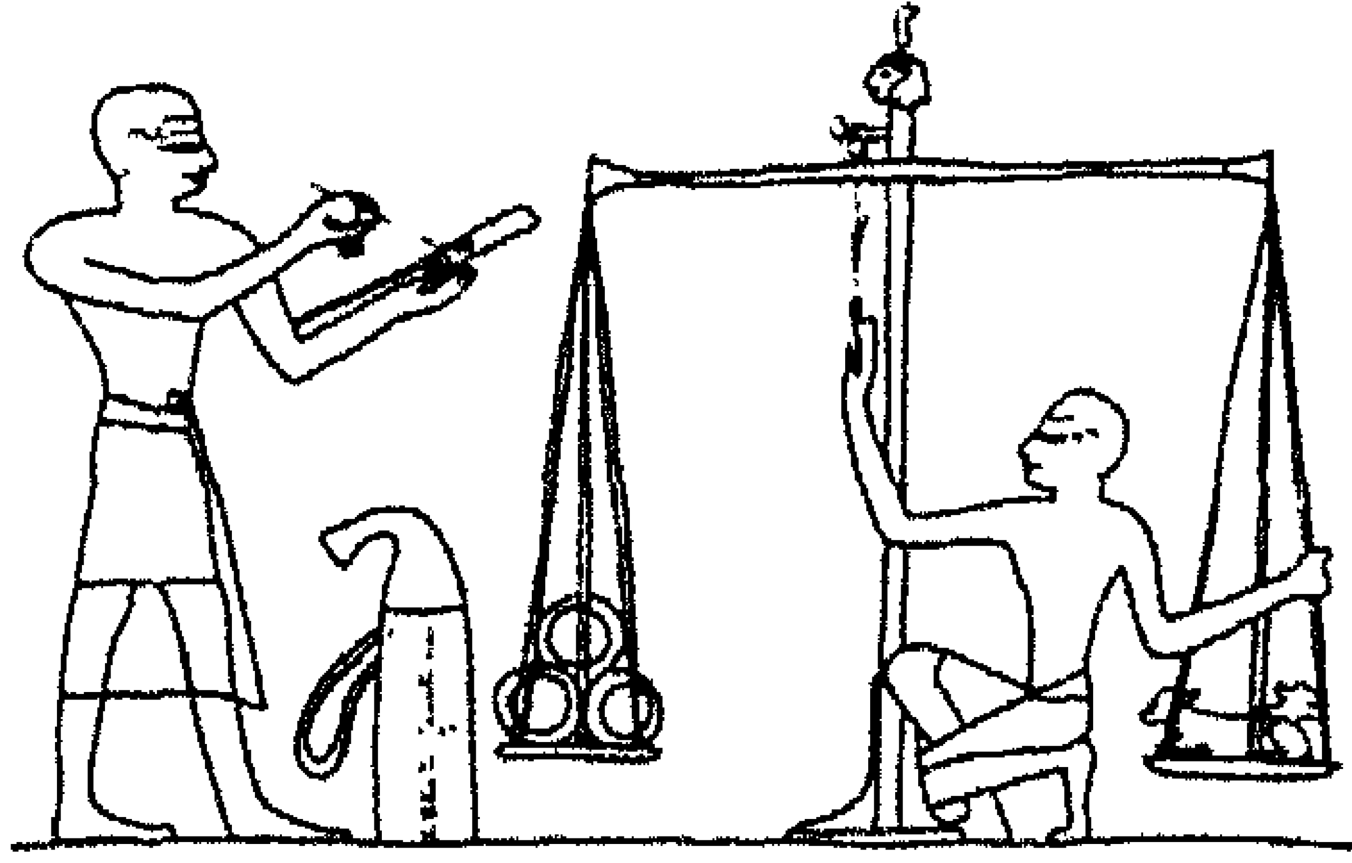
شكل ١٤٩: ميزان مصرى له جزء منزلق ١٥٠٠ عام ق.م "يقوم الوزّان بتحريك المنزلق إلى وضع ابتدائى متماثل بالنسبة للدعامة المركزية وهى طريقة لإتقان الوزنة وأسلوب فيه من الفطنة فى الأداء بمهارة على طول ذراعى الرافعة اللذين يكونان الميزان، ومع تغيير مركز الثقل للمنظومة" (الشيخ أنتا ديوب، حضارة أم بربرية Civilisatian ou Barbaree، ١٩٨١، ص ٣٠٧، ونص محقق بمعرفة المؤلف) وهكذا كانت نظرية الميزان معمولا بها فى مهارة فى مصر القديمة وتظهر تلك الوثيقة أن الأوزان المستخدمة فى وزن الذهب كانت عبارة عن رءوس البقر، أو الأسد، أو على هيئة مخروط. وكانت لها قيمة عددية. وكان الذهب الموزون فى الدولة الحديثة (١٥٩٧ -١٠٨٥ ق م) له درجات عديدة فى القيمة والنوعية "ذهب الحبل" والذهب النقى الطيب bon "الذهب الجيد deux fois

de poids "الـــذهب الممتـــاز trios fois mellem "الذهب الجيد جدا me`llem "والذهب قاتم Katem الممتاز" أى الذهب القادم من الدول الآسيوية وكان الـــذهب الوارد من النوبة (السودان) أيضا له سمعته المماثلة أيضا.



شكل ١٥٠: أوزان من الذهب ذاهبة للصاغة نهاية الأسرة الثامنـــة عـــشرة والمنظر مأخوذ من مقبرة نيبامون Nebamon وإبوكى Ipouky (طيبـــه، رقـــم ١٨١)، اثنان من جهابذة النحت عند الفرعون. والذهب موضوع فى الطبق الأيسر لكى يتم تحديد وزنة، والعامل يركز جيدا، أثناء عملية معادلة وضع التوازن الأولى والموضع الذى يتم فيه حساب الوزن بدقة: ويتطلب إجراء عملية الـــوزن بتغييـــر المنزلق المطلوب لمعادلة الموزون دقة كبيرة.

ومن المناسب أيضا أن نعرف أن الميزان ذو دعامة (المرتكز) وذو الأذرع الأفقية وله طبقان مدليان عند الطرفين، كان معروفا منذ الدولة القديمـــة (٢٧٨٠-٢٢٨٠ ق.م) وكان الميزان مستخدما على نحو خاص بمعرفة الصائغين وصـــناع الذهب لوزن الذهب، وفيما بعد استخدم أيضا فى المبادلات التجارية.



شكل ١٥١: وزن الذهب على شكل حلقات. الكاتبان. احدهما يقوم بعملية الوزن والآخر يسجل النتيجة. الروح الهندسية عند قدماء المصريين تسود عملية القياس والتسجيل فى نسب دقيقة التى تتم للإدارة المركزية أو المحلية.

المصدر: دافيز Davies مقبرة مينخبير أسونب Menkhepera Sonb أمنمحت Memmose وآخر لندن ١٩٣٣، اللوحة ١١.



شكل ١٥٢: تاجر الذهب.

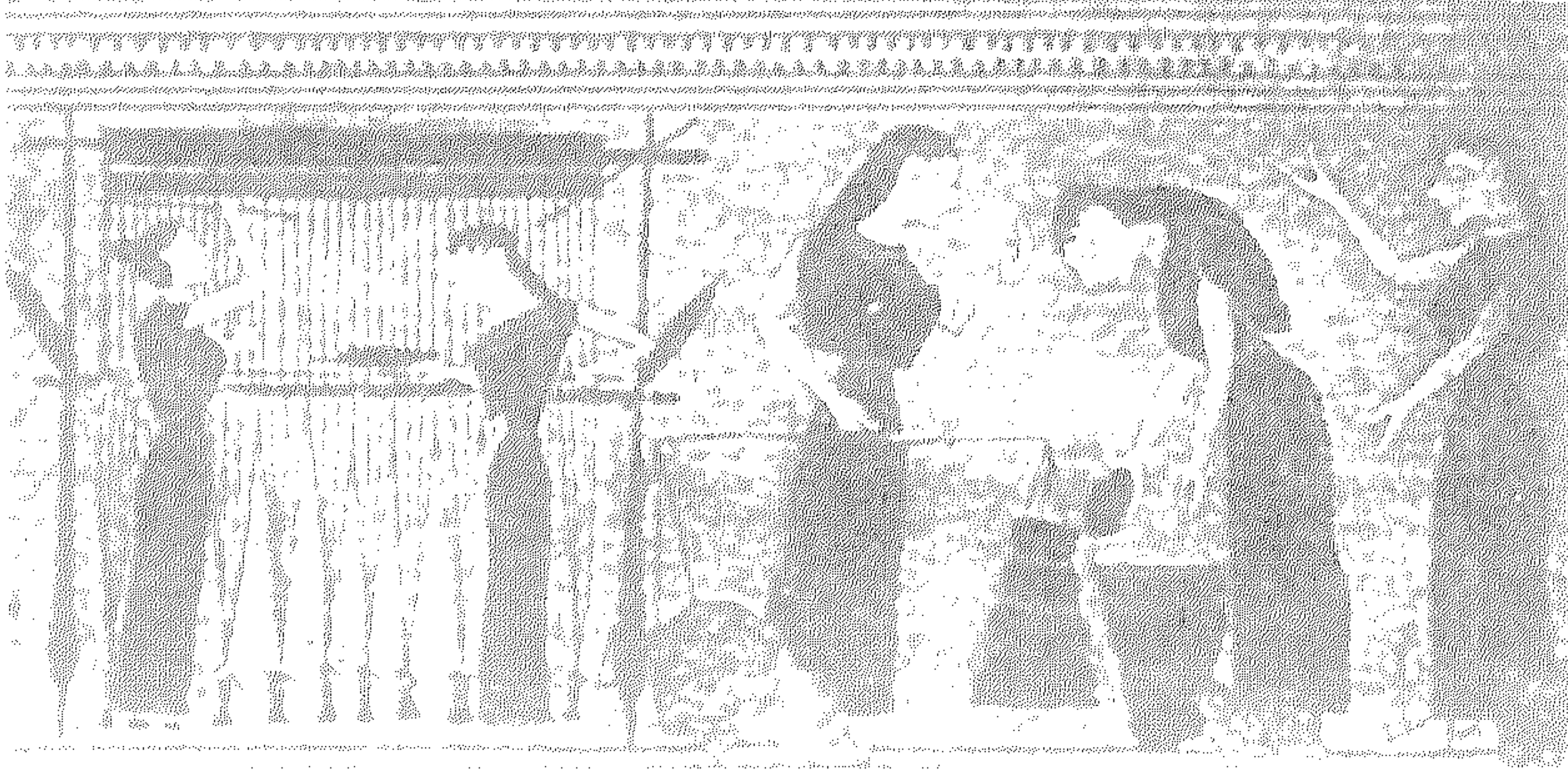
ميزان يدوى، تومبوكتو Tombouction مالى هذا هو الميزان المصرى القديم أوس وIwsw وفى مصر كانكان موسى kankan moussa الذى تعتلى كرسى السلطة عام ١٣٠٧ ، كان هناك إدعاء فى تومبوكتو باستخدام أوزان مزورة وقياسات مزورة من خليط من النحاس معه الذهب الخالص والفضة، وكان يتم زيادة شغل مسحوق الذهب باستخدام مواد مختلفة.

المصدر: فيليكس دوبورا Felix Dnbois تومبوكتـو المليئـة بالأسـرار Tombouc ou la my dteriense بـاريس إ فلامـاريون E Flammarion ١٨٩٧، ص ٣٠٤.



شكل ١٥٣: زخرفة على آنية إغريقية. وكـان هـذا النـوع الأسـبيرطى Sperte شائعا فى أسواق نوقراطيس Naucratis فى مصر القديمة وفـى بلـدة ساموس Samos في منـطقة أيـونيا Ionie (آسيـا الصغرى) وفـى منطقـة سـيرينيا Cyrenaiqne (شمال ليبيا وشمال أفريقيا) ويرجع تاريخ تلك الأوانـى الأسبرطية إلى النصف الأول من القرن السادس قبل الميلاد.

ويمثل المنظر المرسوم هنا التأثير المصرى تماما على كأس أسبرطى نرى الملك اليونانى لسيرنيا cyrene يشرف على عملية وزن وتعبئة الصوف فى منظر يشبه تماما التمثيل المصرى لعملية وزن وتستيف البضائع theona Spartan- -cupthe Greek King & cyrene Supervisies the weighting and packing of wool ina scene which is very close to Egyptian represntation of an over seer and the weighting and stacking of goods " john Boordman ,the greeks overs seas اليونانيون عبر البحار Penguin Books edition de 1973P149)



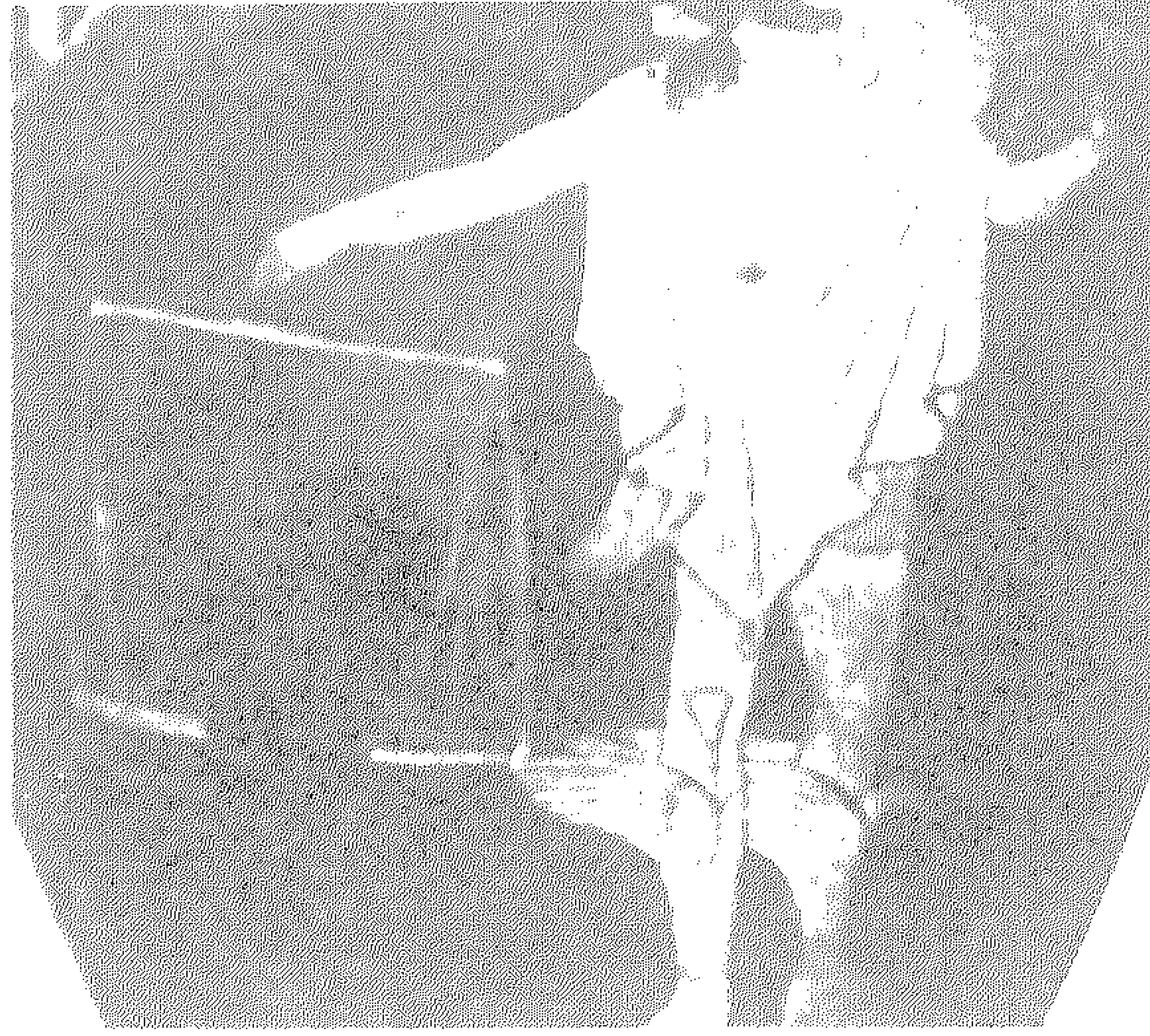
شكل ١٥٣ مكرر: منظر وزن الكتان ، آنية من نوع الليكثية Lecythe عليها أشكال مرسومة باللون الأسود، أثينا حوالى ٥٦٠ ق.م – نيويورك متحف الميتروبوليتان للفن.

امرأة تزن خيوط الكتان وكانت عملية مراقبة وزن الكتان تختص بها النساء اللاتى كن يصنعن منه النسيج وغير ذلك المنظر المميز للحياة اليومية ، يكون فيه القبان على شكل أشياء مستطيلة غير منتظمة.



شكل ١٥٤: وزن الأقفال كتاب الموتى. الدولة الحديثة (١٥٦٧- ١٠٨٥ ق.م). المتحف البريطانى – لندن والاسم الملائم لذلك الكتاب هو "كتاب الخروج إلى النور" والطبق الأيسر يحتوى على قلب المتوفى أما الطبق الأيمن ففيه ريشة نعامة "ارمزماعت maa't" إلاهة الحقيقة والعدل والتوافق الشامل والنظام الكونى. وهنا يقود الإله أنوبيس Anubis . برأس ابن أو ى) الميت ويقوم بتشغيل الميزان، فيوقف الاهتزازات ويتأكد من أن الطبقين يعملان أم غير متوازنين. بينما يقوم الإلهه تحوت thot (برأس آبى منجل Ibis) بتسجيل النتائج ويقود الإله حورس Horus الميت إلى حضرة أوزيريس Osiris يساعده ٤٢ إلها آخر وإذا ما أعلن أن الميت الذى يجرى اختباره" ماحنرو Maa' kherou ذا صوت منضبط juste de voiy فسينال ثواب الجنة الشمسية للنهاية ويكون من الأبرار. أما إذا كان مصيره غير ذلك فسيلتهمه الوحش (الواقف إلى جانب الطبق حيث توجد الريشة الرمزية) ويكون الاعتراف الأول (الفصل ١٢٥ من كتاب الموتى) من ٣٦ عبارة. والاعتراف الثانى أكثر طولا ويضم ٤٢ عبارة وهناك ٣٦ ديكانوس decan(*) ويجب أن يعترف الميت بأنه لم يرتكب أى معصية طوال عام وهناك ٤٢ اسما (فى فترة متأخرة) إلا أن الميت يتم استجوابه على التوالى فى ٤٢ عبارة.

(*) الديكان decan لفظ كان يطلق على كل عشر درجات من دائرة البروج zodiac – المترجم.



شكل ١٥٥: هيرمس hermes ،تحوت اليونانيين، يزن أرواح الموتى رسم موجود على آنيه (متحف اللوفر , h.d.rel quille VII ق fig ص ١٩٣)

هيرمس يزن أرواح الموتى وميزان العدل (٢٨٤) فى اليونان له مصدره المباشر من ميزان الحساب فى مصر الفرعونية: وذلك ضمن الطقوس الأوزيرية الأساسية والتى تقوم بها ماعت وذلك كى يمكن للميت أن يحصل على المباركة السماوية (التطويبات beatitudes) فى مملكة الشمس للإله والأرواح المنيرة.

وقد كتب هيرودوت: "أن جميع الشخصيات الإلهية على وجه التقريب (ta'oun'mata tom) جاءت إلى اليونان من مصر (eks aiguptou eleluthe esten hell)" (هيرودوت II ٥٠).

ولنسمع أيضا إلى كلمات أبى التاريخ (لقد كان المصريون القدماء أيضا أول (protoi) من أعلن تلك العقيده (tom logon) وهى أن روح الإنسان خالدة (hòs anthròpou psuchè athánatos ésit) إنهم اليونانيون سواء كان ذلك أكثر تعجيلا أو أكثر تأخيرا هم الذين جاهروا بتلك العقيدة كما لو كانت تخصهم تماما" (هيرودوت II،١٢٣) ويلمح هيرودوت إلى أتباع أورفيوس

les orphiques وإلـــى فيريـــسيد pherecyde[*] فيثــاغورث ، وأمبيــدوقليس kmpedocle وكلهم أقاموا فى مصر حسب ماروا‌ه اليونانيون أنفــسهم وخاصــة ديودور الصقلى وذلك بعد إيزوقراط Isocrate وهيرودوت نفسه.



شكل ١٥٦: شادوف Chjadouf مستخدم فى الدولــة الحديثــة (١٥٦٧-١٠٨٥) وهذا الجهاز يمكنه التأرجح ويستخدم لرفع الماء من الآبار وهــو نفــس تطبيق فكرة الرافعة ذات الأذرع غير المتساوية فعلى عامود رأسى أو فرع شجرة (كوتد أو سناد) يضع المرء عامودًا طويلاً فى طرفه ثقل. من الحجــر أو الطــين ومع الطرف الآخر يوجد إناء لجرف الماء لتلقى الماء ويقــوم العامــل بخفــض

(*) فير ليسيد السيروسى pherecyde de cyros فيلسوف لاهوتى أستاذ فيثاغورث... حوالى ٥٤٣ ق.م – المترجم.

الطرف الذى به إناء لجرف الماء ثم رفعه لصبه فـــى القنـــاة أو الحديقـــة للـــرى، وتتطلب الزراعة فى الأرض السنجة maraicheres للمزروعـــات الـــسنوية أو ثنائية السنين، الغذائية و الصبغية والصيدلانية مياة كثيرة للرى.

مقبرة النحات أيبوى Ipouy (آبى APi.Apy) طيبة مقبرة رقـــم٢١٧.، II أثناء حكم رمسيس الثانى (١٣٠١-١٢٣٥ق.م).

وقد لاحظ الأديب الفرنسى أندريه جيد Andre' Guide (١٨٦٩-١٩٥١) الحاصل على جائزة نوبل ١٩٤٧ أثناء زيارته لدولة تشاد وشمال الكاميرون وجود سواق morias وهى آلة تدفع المياه لرى الحقول.

وتلك السواقى هى فى الواقع نوع من الشواديف المصرية. أجهزة متأرجحة والواقع أن الساقية هى آلة هيدروليكية تتكون من قواديس مربوطة علـــى سلـــسلة دائرية تدور بلا نهاية ويغطس فى المياة فى وضع معكوس وتصعد مملوءة بالمياه وهذا تطبيق على الرافعة ذات الذراع غير المتساوية.

ونورد هنا وصف جيد ".... على الشاطئ النهر (ناحية تشاد)، هو شـــاطئ شديد الانحدار. لفتت أنظارنا، السواقى noria – أو بماذا أسمى تلك الآلات الرافعة – رافعة بسيطة، حاملة على طرف منها الإناء الذى يتلقى الماء، علـــى الطـــرف الآخر ثقل موازنة، يوازن كم الماء المرفوع من النهر، دون عنـــاء ليـــسرى إلـــى الحقل المطلوب رويه. ولم يكن هناك ما هو أكثر بدائية وأكثر أصالة من تلك الآلة البدائية ذات الرشاقة الفيرجيلية virgilienne. ثمـــرة دبـــاء calebasse ضـــخمة تستخدم كوعاء لجلب الماء.

ويعمل على ذلك الآلة رجل من ذلك البلد لرفع الماء، بينما هناك آخر يقـــوم مستخدما معزقتة بغلق وفتح بوابات صغيرة فى التربة. ويترسب الماء فى البدايـــة من الوعاء، على سطح غربلة claie، بحيث لا تتجوف التربة نتيجة اندفاع المـــاء، ولكنها تحافظ على انحدارها. والحقل كله كان له ميـــل خفيـــف وهـــو مـــزروع

بالباذنجان. وكان ذا مساحة ليست بالكبيرة، تخدمه ست سواقى بينها مسافات متساوية حوالى عشرين مترا. وقد لاحظت ذلك ودوّنته فى إسهاب، لأننى لم أشاهد طوال رحلتى فى تشاد من يتكلم عن تلك الآلات.

(أندريهجيد، العودة من تشاد A.Gide,Le Retour du Tchad،باريس، جاليمار، ١٩٢٨،ص ١١، ١٢).



شكل ١٥٧: الساقية النوبية (عن كيروبينى Cherubini،١٨٤٧) الشادوف le chadouf (shadouf)، وعاء مثبت فى رافعة بها ثقل موازنة، كان يستخدم فى رى الحقول الواقعة أعلى مجرى النيل، وتبعد كثيرا عن تسربات النهر تحت الأرض. (الدولة الحديثة: ١٥٦٧ – ١٠٨٥ ق.م) أما الساقية فلم تظهر إلا فى العصر البطلمى (٣٠٤ – ٣٠ ق.م) وهى عبارة عن عجلة بقواديس يتم إدارتها بواسطة الماشية لرفع المياة المطلوبة لأعمال الرى.

وهكذا كان الشادوف والساقية يعملان كآلات مساعدة للرى فــى مــصر، وهكذا كانت قوانين علم الميكانيكا تستثمر فى الحياة العملية عند قدماء المصريين. وهكذا وصف س. كيروبينى، وكان مرافقــا للعلامــة ج. ف. تــشامبليون J.F-Champollion فى رحلته، الساقية قائلا: "تتكون تلــك الآلـــة مــن عجلـــة ذات قواديس، وتتصل بمسننات، وتتم إدارتها بواسطة الجــواميس والأبقــار، وأحيانــا بواسطة الجمال. وخلال رحلة بوركهارت Burckhardt، تم إحصاء عدد السواقى ما بين ستمائة إلى سبعمائة ساقية ما بين أسوان ووادى حلفا فقط." (س. كيروبينى، النوبة فى العالم، أو تاريخ ووصف كل الشعوب Nubie dans l´universe ou l´histoire et description de tous les peuples.، باريس F.Didot ١٨٤٧، ص ٥٣).

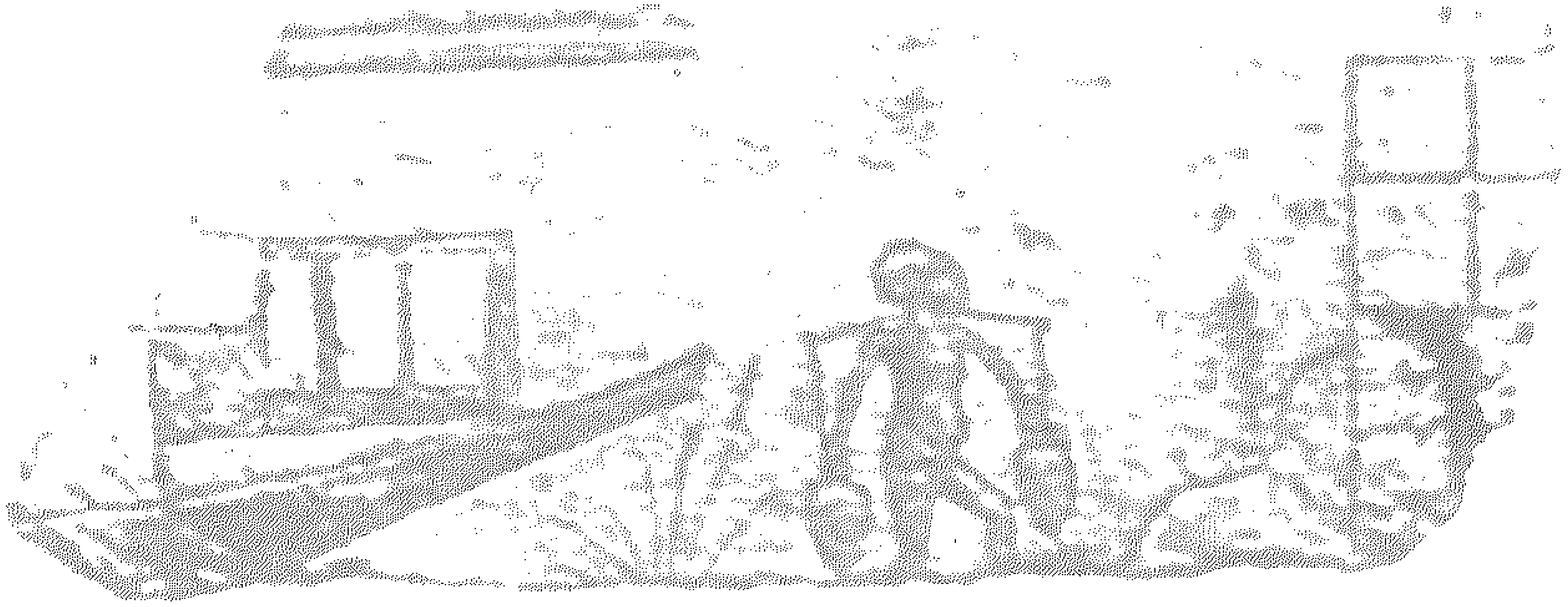


شكل ١٥٨: نظام موازن المياه (الدولة القديمة)

منظر من الحياة الريفية. حاملو المياه لرى حديقة أو حقل بمــساعدة نظــام الميزان balancier وتقسم الحديقة أو الحقل المطلوب ريه إلــى أقــسام مربعــة، مخططة بانتظام.

سقارة: الدولة القديمة (٢٧٨٠ – ٢٢٨٠ ق.م).

المصدر: جــاستون مــينــيون Gaston Migneon: النيــل وممفيــس Le Nile et Memphis، باريس Renouard، H.Laurens، ١٩٢٨، ص٩٢. مجموعة: "Les Villes d´Art Celebres".



شكل ١٥٩: موازن مياه مصرى Balancier egyptien

حامل موازن من وادى النيل، حفر بارز من عصر العمارنة (حوالى ١٣٧٠ق.م) – متحف بروكلين ٦٥٠١٦.



شكل ١٦٠: موازن المياه عبارة عن عصا طويلة تسخدم فى نقل المياه فى أوعية ثقيلة ويصعب حملها فى اتزان وفى كل ناحية من العصا تكون الأوعية بنفس الوزن تقريبا، إلا أن حامل المياه لابد أن يحقق التوازن بينهما وخلال العصا. ومن ناحية أخرى تكون الآنيتان على طرفى العصا على نفس المسافة تقريبا من نقطة الارتكاز على عاتق الحامل. وعلى المستوى الرأسى تكون الأوعية على نفس الارتفاع.

الصورة: كليشيه للجمعية الأفريقية لمجموعة الشراء فى نيـــامى Niamey انظر Dr.Jean Boulnois et Boubou Hama، امبراطوريـــة جـــاوو Gao، تاريخ، وعادات والطقوس السحرية للسونراى histoire, coutumes et magie des sonrai، باريس، Andrien – Masonneuve، ١٩٥٤، ما بين الـــصفحات ١٢٦، ١٢٧ نجد تلك الصورة.

XXXVI

البنية الهندسية للعالم

فى مصر وفى باقى أنحاء أفريقيا السوداء

١- النظام الهندسى للطبيعة.

هناك هندسة محسوسة، أى أن الطبيعة منتظمة هندسيا. إن الطبيعة تُظهر إنشاء هندسيا جوهريا. وهكذا، نجد أن أفلاطون فى محاورته طيماوس Timée(*)، قد أورد أنه الهيولة الأولى (العمار الكونى)، أن الكون كان منظما فى تنظيم من أجسام، وأنه لكل عنصر من العناصر الأولية، شكل هندسى خاص: فالمكعب ينتسب للأرض، والنار تنتمى للشكل الهرمى، أو الهرم الرباعى الأوجه tétraèdre المنتظم، أما الهواء فيمثل فى الطبيعة بالشكل الثمانى الأوجه octaèdres، وأخيرا الماء فيمثله مضلع ذو عشرين وجها icosaèdre.

مع ذلك فتلك الأشكال المختلفة تكون كتلة واحدة. فهناك تشابه كلى فيما بينها. فالأوجه العشرون للمضلع ذى الأوجه العشرين يمكن تجميعها لتكون اثنين من المضلع ثمانى الأوجه، والرباعى الأوجه. وقد يكون التشابه مباشرا أو غير مباشر. ولدى الكل القدرة على إنتاج علاقة مشتركة بين الأشكال المتماثلة.

٢- هندسة المحسوسات La géometrie du sensible.

من صنع البنية الهندسية للطبيعة ويتيح لنا ذلك التعقيد العجيب فى الموجودات والمخلوقات القول بأن هناك هندسة لها معطيات محسوسة (جان نيكود Jean Nicod، "الهندسة فى العالم المحسوس La Geometie dans la monde"،

(*) المحاورة التى عرض فيها أفلاطون لنظرية الأفكار Theorie des idées، وهى محاورة عن الطبيعة، ولم يظهر بها سوى تأثير طفيف لسقراط – المترجم.

باريس، PUF، ١٩٦٢. بمقدمة لبرتراند روسل Bertrand Russel، صفحة ١٦٠) وتلك الهندسة الخاصة ما هى إلا علم الفضاء La Science de l'espace، وهو هندسة الحجم، والمساحة، والخط، والنقطة، إلا أنها هندسة مطبقة على نحو مباشر على موجودات حقيقية، والتى تضع مصطلحات سهلة للتفسير فى الطبيعة. ومن هذا المنطلق، نجد أن الرشاقة، والبساطة، والجمال تميز تلك الهندسة الخاصة، تجعلها تقترب من الرؤية الجمالية(الإسطاطيقية Esthétique).

٣- الإيقاع المتناغم للأشكال Le rythme des formes.

تكون الأشكال الناتجة غير متنوعة فى تنوعها، وكذا فى تناغماتها cadences وإيقاعاتها.

وتلك هى الحساسية التى تتوافق فى قليل أو كثير مع حالتنا النفسية، وتتيح لنا اكتشاف أولا، الهارمونيات النفاذة والصلات المخفية، والتى تشكل صيغ وأشكال هندسة هذا العالم المحسوس.

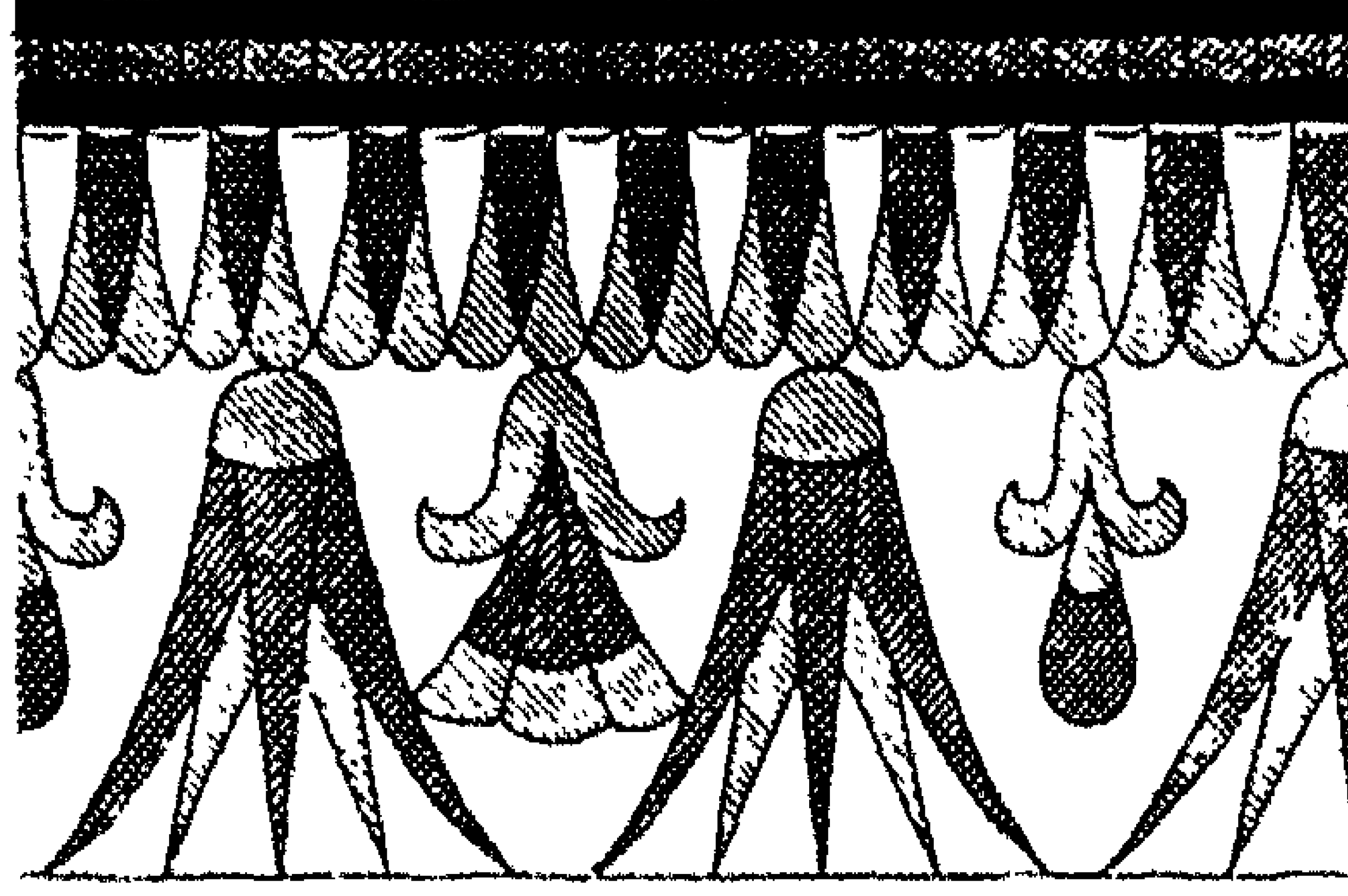
وهناك عنصر رمزى معين كامن فى تلك الهندسة، والتى تفخر بلا شك، بما فيها من موتيفات هندسية زخرفية.

٤- الإحساس باللطف والتأنق La Sentiment de la grace.

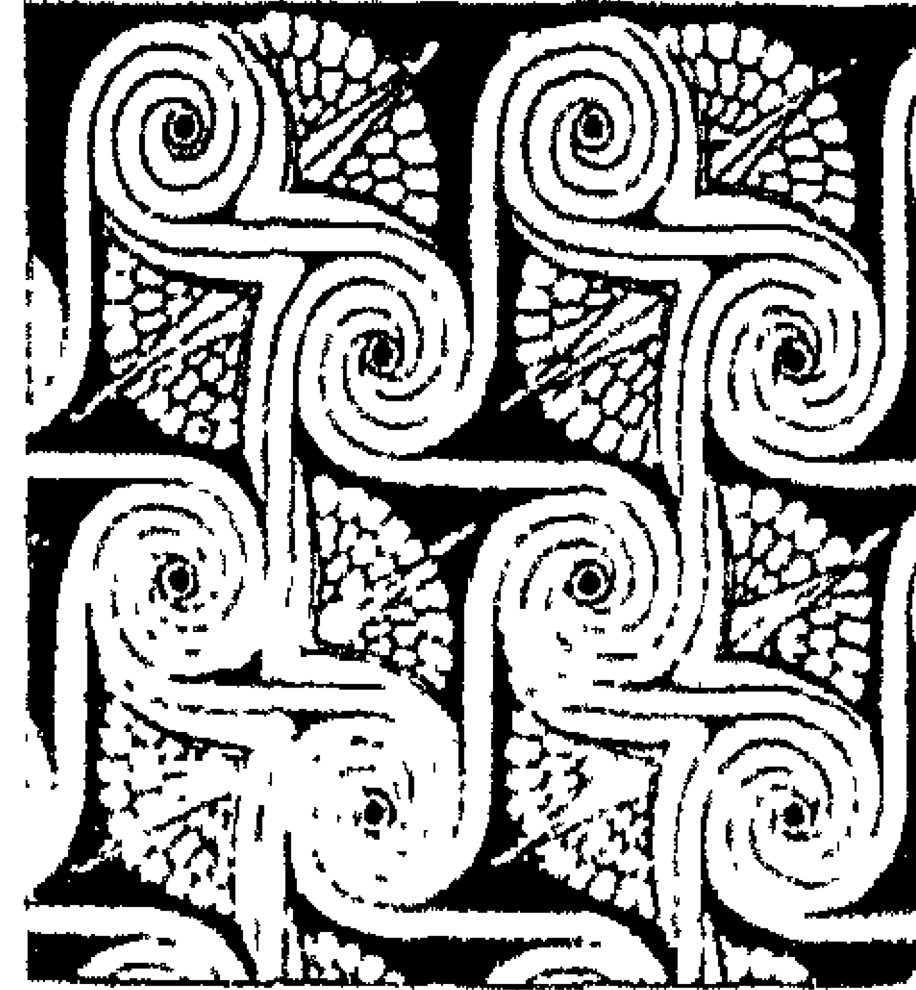
ومثل تلك المشاعر العميقة تنبع فى نفس الوقت من الهندسة، والجماليات. وقد شرحها بيرجسون Bergson قائلا ".. إذا ما فضل عامل اللطف والتأنق المنحنيات على الخطوط المتكسرة، وذلك لأن الخط المنحنى يغير اتجاهه بلا انقطاع، إلا أن كل اتجاه جديد كان يومئ إلى ما سبقه من اتجاهات.." (هنرى بيرجسون Henri Bergson، مقال حول المعطيات المباشرة للشعور Essai sur les donnèe immédiates de la consciences، باريس، P.U.F، ١٩٦١، ص٩ – تم مراجعتها بمعرفتنا) والشكل الذى يفرض نفسه هو إن الخط المنحنى. يثير والإحساس باللطف والتأنق ويكون أقوى كثيرا عندما يتفاعل على سطح منحنى، كالآنية La calebasse وفى الواقع، فإن زخرفة الآنية هو ابتكار هندسى تماما، والذى لا ينضوى تحت مفهوم الاستقامة (الخطوط المستقيمة أو المتكسرة) ولكن فى مفهوم الدائرية والانحنائية (الدوائر والمنحنيات).

ولهذا السبب يكن المرء إعجابا لفن الزخرفة الأفريقى، فـــى وادى النيــل، وباقى أنحاء أفريقيا السوداء.

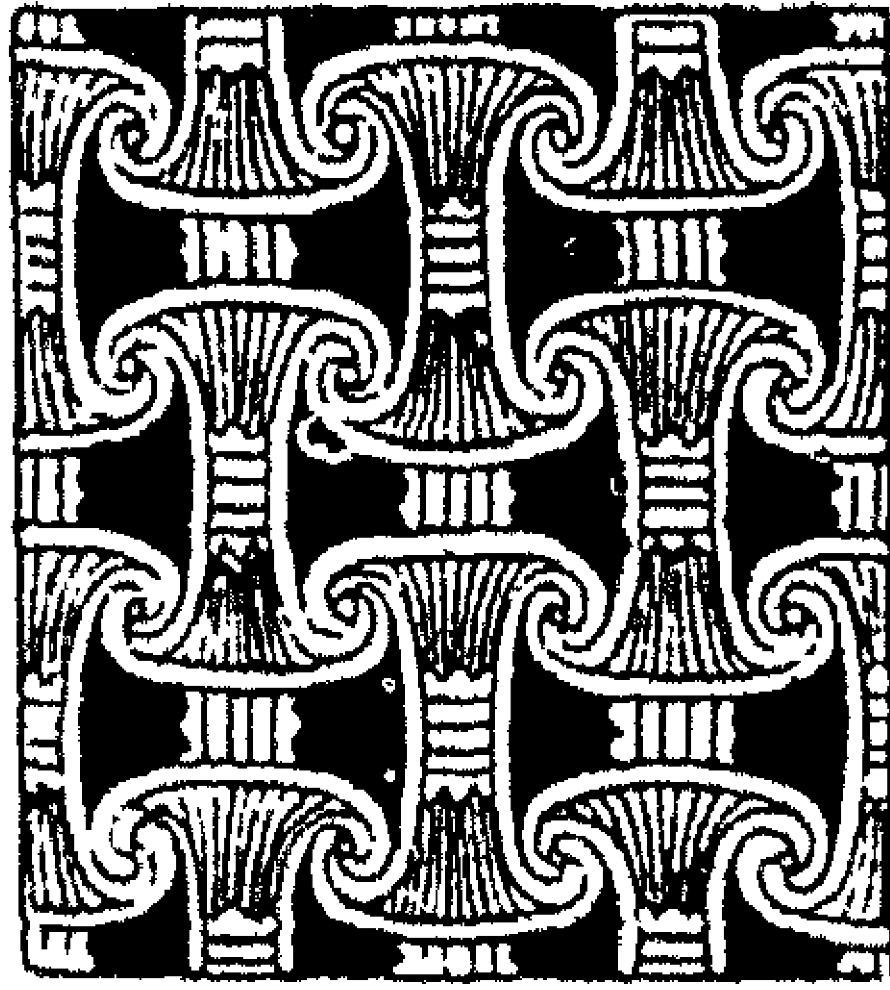
٥- الموتيفات الهندسية للزخرفة المصرية.



كانت زهرة اللوتس الزرقاء التى تزين الأفاريز هى الموتيفة الدائمـــة فـــى الزخرفة المصرية. وكانت كئوس Sépale وبتالات petals اللوتس تتمدد مدببـــة. والموتيفة طبيعية، نباتية.



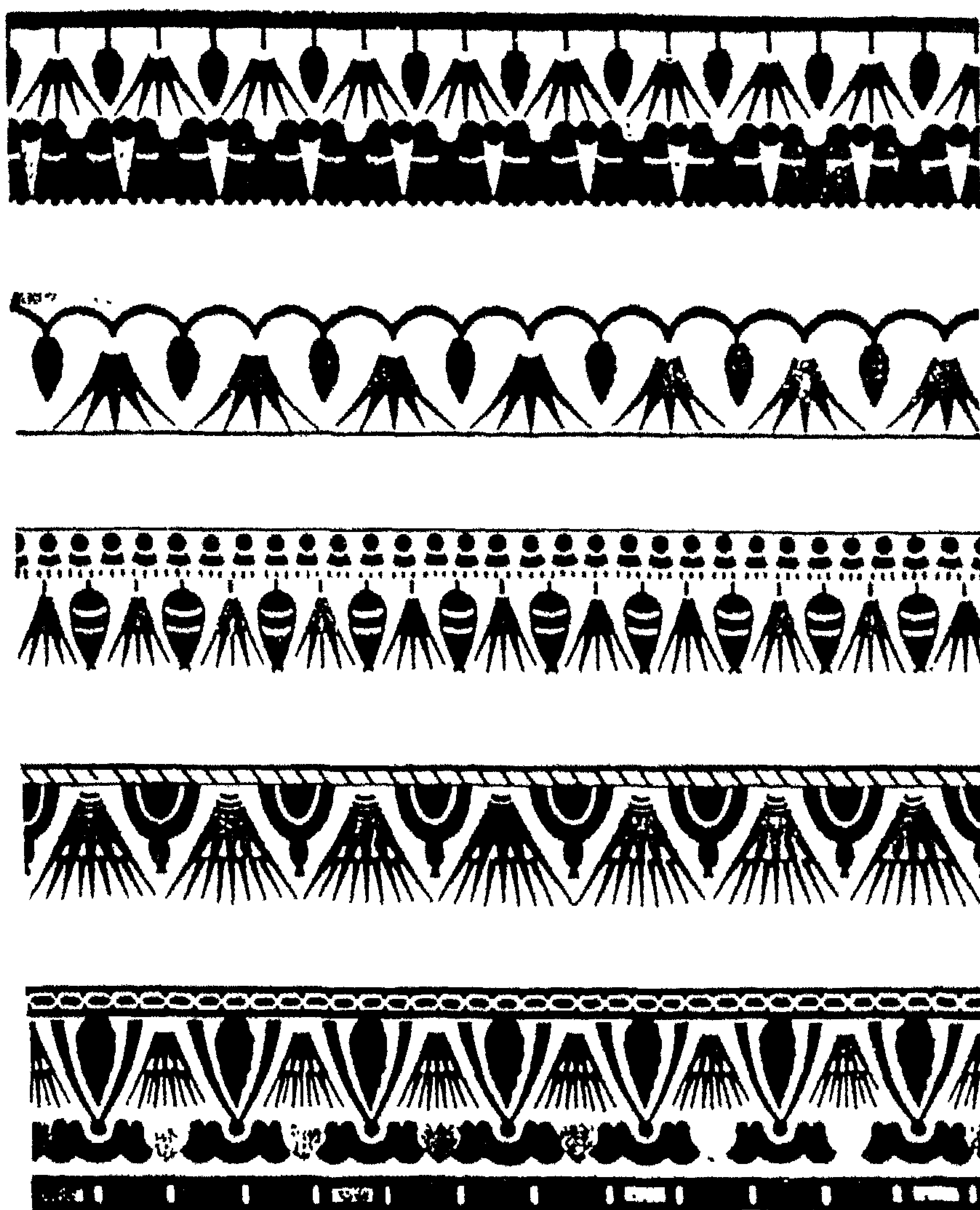
حلية حلزونية على شكل حرف S



حلية ملفوفة على شكل حرف C

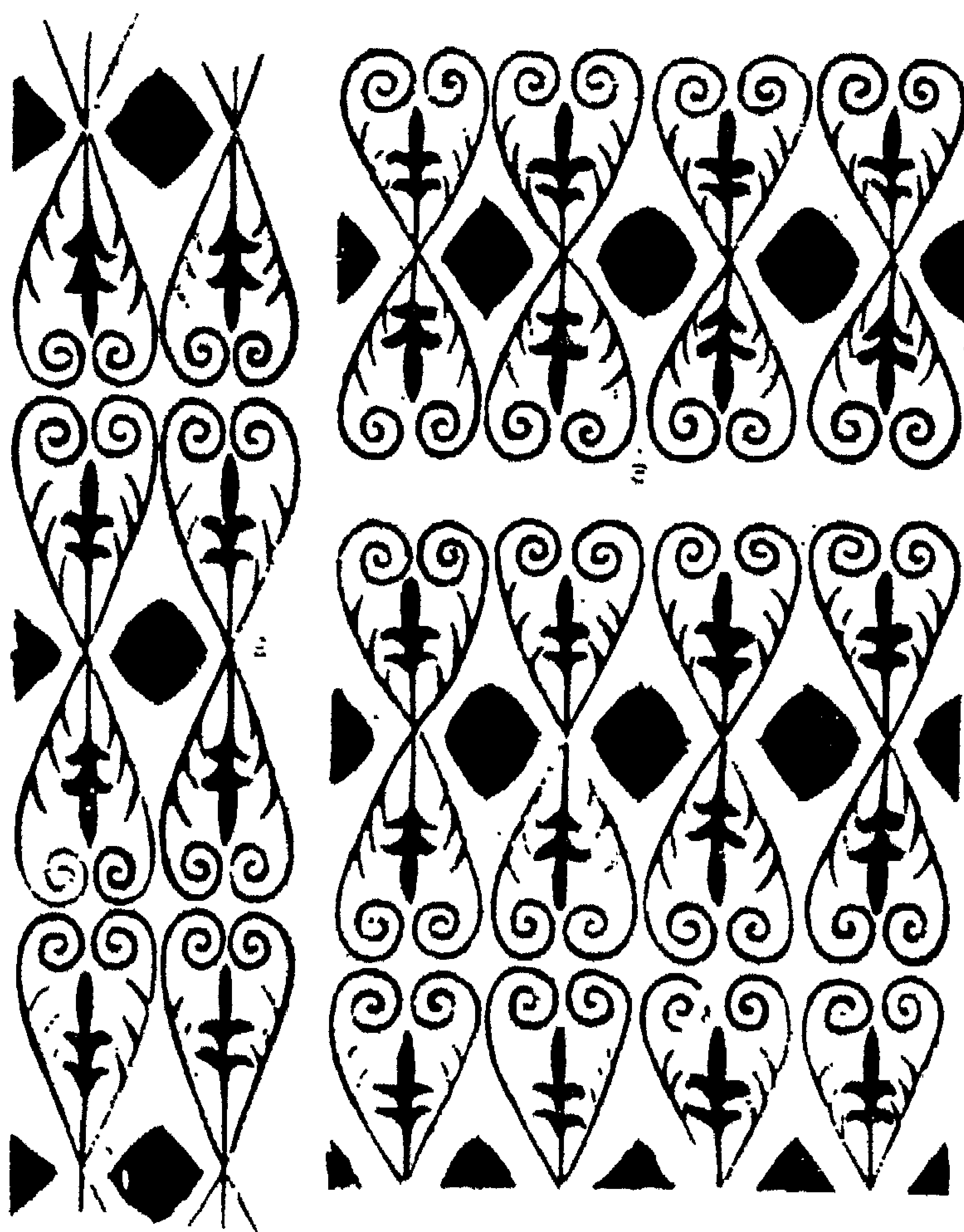
والحليات الملفوفة على شكل حرف C عبارة عن موتيفات هندســية تكــون فيها الأنشوطات boucles متصلة ببعضها البعض طوليا وعرضيا. أما الحليــات الحلزونية على شكل حرف S فتكون حلزونيات فى الغالب.

شكل ١ : ٣: موتيفات هندسية للزخرفة المصرية

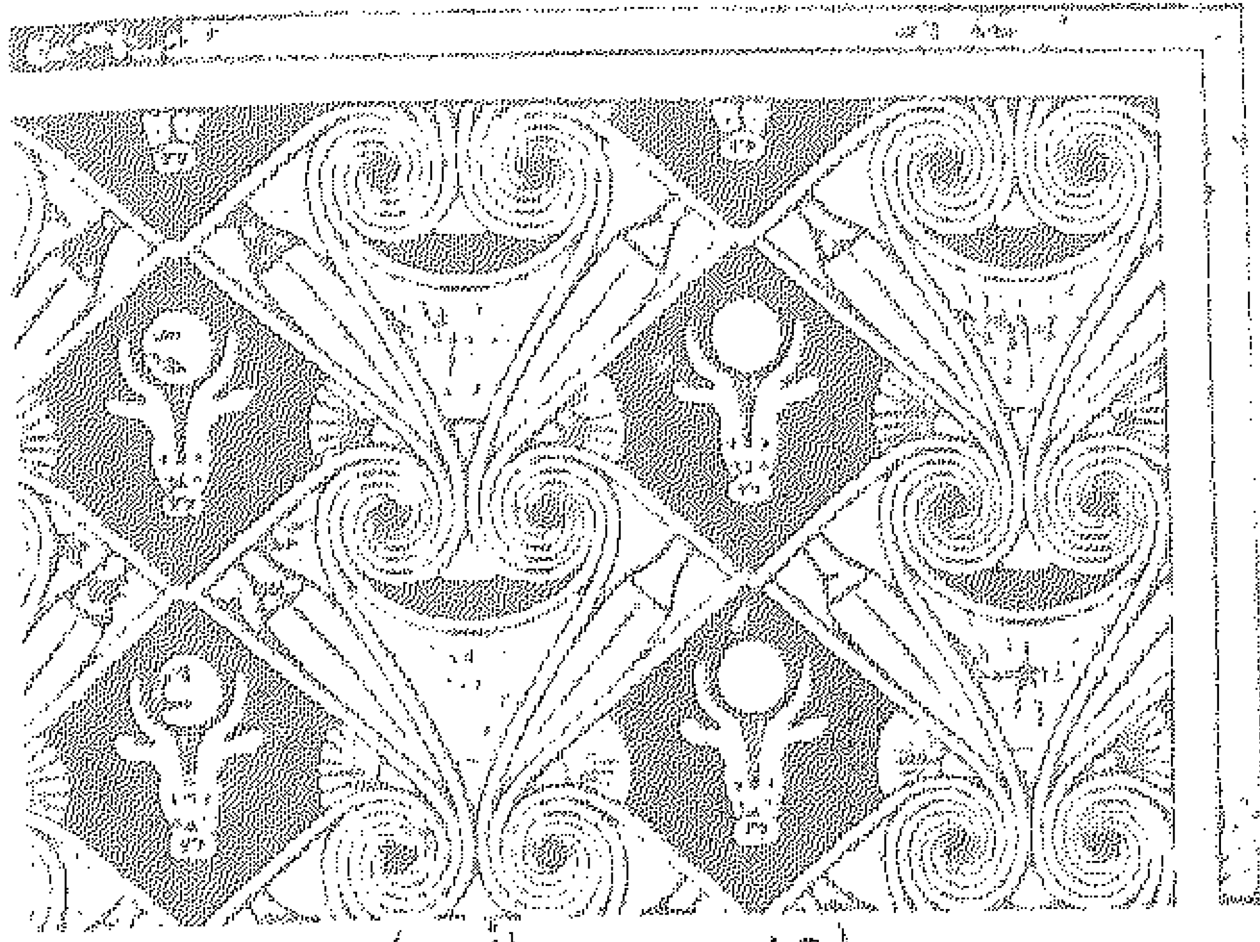


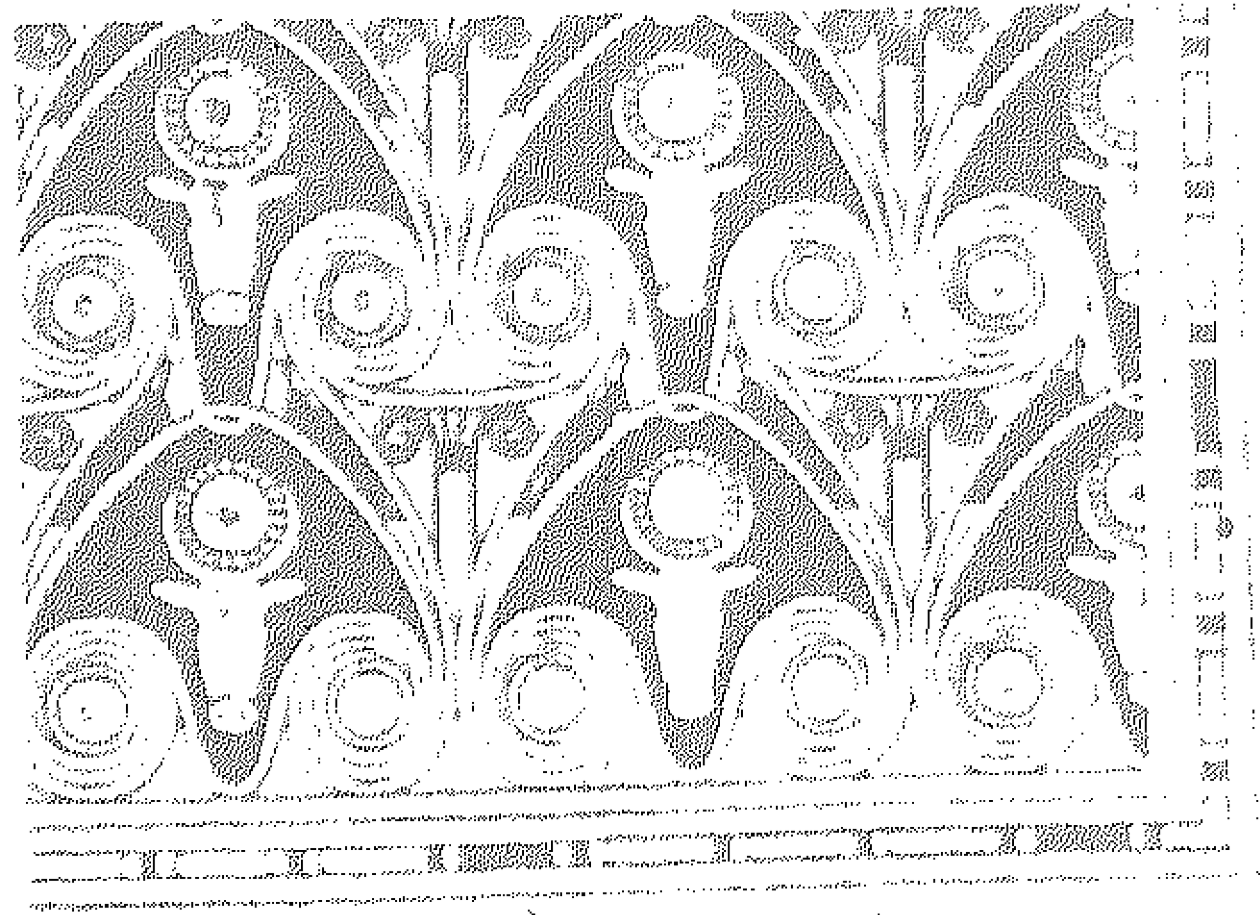
شكل ١٦٢: إمزيز من طيبة

إكليل زهرية منمنمة Stylisees، تتخللها زهرة اللوتس (عـن ج. جيكييـه (G.Jéquier.

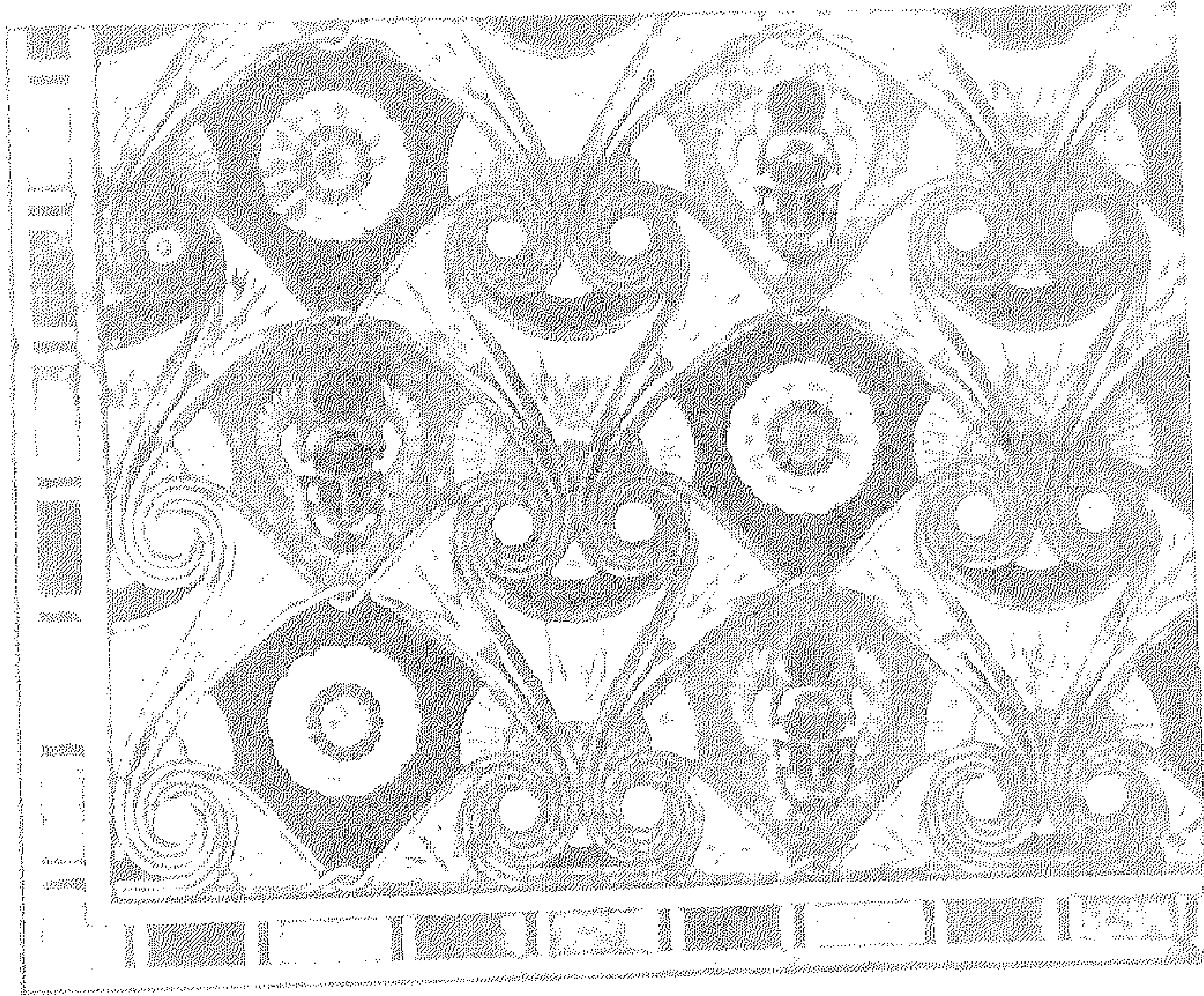


شكل ١٦٣: زخرفـــة ســقف فـــى مـــاير Meir (عـــن أ.م – بلاكمـــان A.M.Blackman (تصـوير زخرفى يحيط بكوّة niche فى تمثال فى مقبرة مير Meir، للدولة الوسطى (٢٠٥٢ – ١٧٧٨ ق.م) – الموتيفة بسيطة تماما، تكون من حلزونيات.





شكل ١٦٤: زخرفة سقف (عن الرحالة بريس دافين Prisse d´Avennes)



شكل ١٦٥: سقف مقبرة رمسيس الثانى

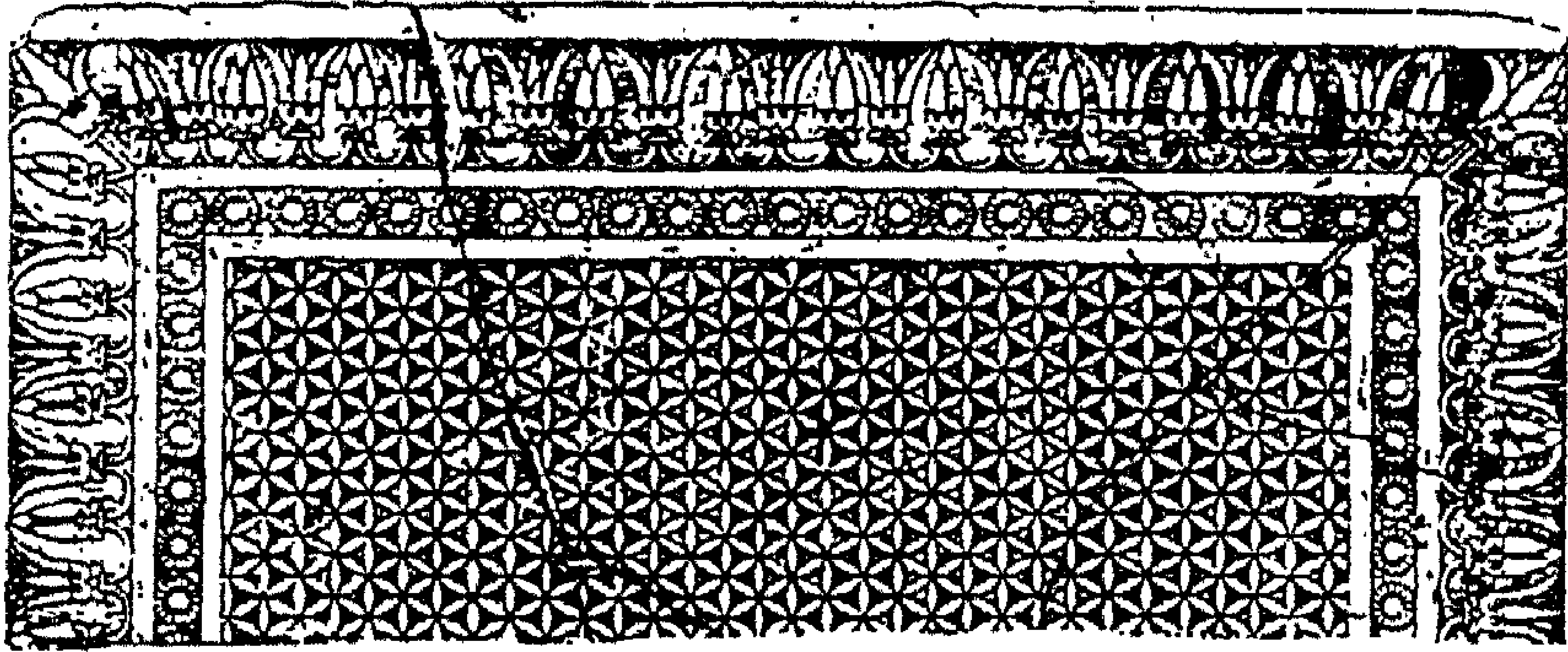
(١٣٠١ – ١٢٣٠ ق.م)

عن بريس دافين: الفن المصرى القديم

وتلك الموتيفتان الهندسيتان (شكل ١٦٤) والتى يرجع تاريخهما إلى الدولة الحديثة (١٥٦٧ – ١٠٨٥ ق.م)، بهما ما يكفى من التعقيد: فالحلزونيات أكثر تطويرا، وهى تتشابك فى رسم متصل، وفى أسلوب يحيط برءوس ثيران تحمل

وحدات زخرفية على شكل زهرة rosace بين القرنين وبعد ذلك بعدة قرون، سيستخدم اليونانيون ذلك الطراز من الموتيفات في صيغة العامود الأيوني colonne ionique.

الموتيفة الهندسية (شكل ١٦٥) تظهر الترابط بين الحلزونيات الملفوفة C وS. وتتكون حافة الإطار من مستطيلات صغيرة، تتنوع فيها ألوان الأزرق، والأخضر، والأصفر تبادليا، بينهما عودان سوداويان: والملفوفات الصفراء بمراكزها الزرقاء، وبذا أوحى الفنان بحركة تلك الملفوفات في بهاء. والحليات الوردية لها ألوانها أيضا: المركز الأصفر، ودوائر حمراء، وزرقاء، وخضراء، أما حليات الجُعل Scarabées، فهي مثل الحليات الوردية، تزين القطاعات: وهي سوداء مع أجنحة خضراء على أرضية زرقاء.



شكل ١٦٦: زخرفة قصر آشور بانيبال Assuurbanipal

عتبة قصر آشور بانيبال. متحف اللوفر.

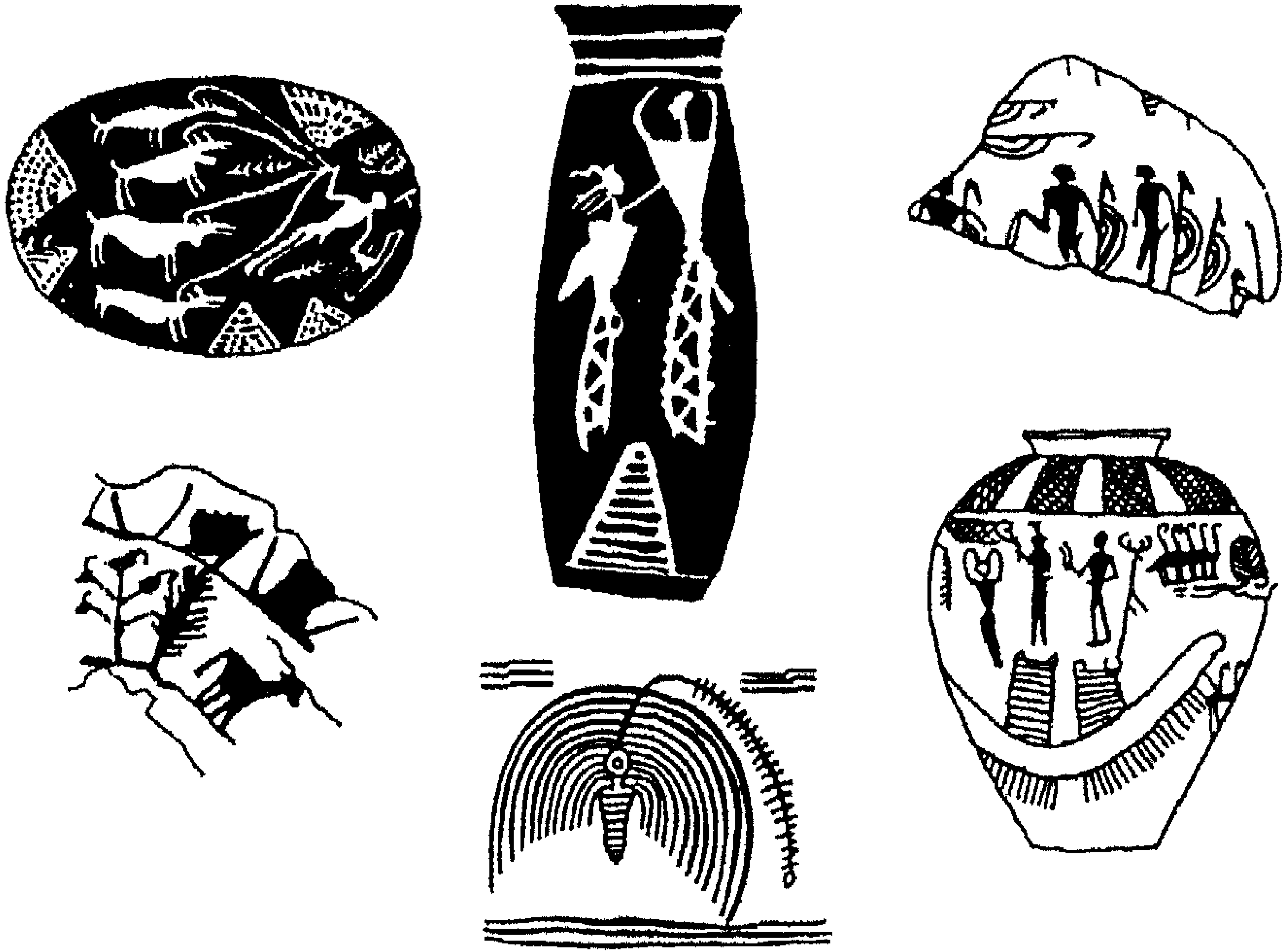
الإطار عبارة عن شجيرات نخيل مع أزهار اللوتس.

وتعتبر حليات الزخرفة الداخلية الآشورية هي أكثر أنواع الزخرفة المأخوذة من الفن المصري: وتظهر هنا، في عتبة قصر الملك آشور باينبال Assourbanapal أو آشور بانيبال Assurbanipal، ملك آشور في الفترة من ٦٦٨ – ٦٢٦ ق.م.

وهنا توجد أحرف هيروغليفية معينة (شكل ١٦٧):

- تلال على شكل مثلث: العلامة N25 فى قائمـــة جاردينيـــه Gardinier Liste de (حاست h3st "بلد بها تلال" "تلال").

- كبس: العلامة "E" والتى يرجع تاريخها إلى الدولة القديمة (با b3، بـــا ba، "كبش" "خروف" ovis longipes porleoaegyptica وهو بحق خبس الخـــراف الأقدم فى وادى النيل بمصر). وهناك جثة كبش تم تحنيطها إبان عـــصر الأســـرة الأولى (حوالى ٣٣٠٠ ق.م) وتشبه علامة مصر العليا (M26Smw) الكبش.



شكل ١٦٧: موتيفات زخرفية تزين أوانى من حـــضارة عمـــرة وجـــرزة amarations et gerzee'ns أو نقادة nagadiens فى صعيد مـــصر (حـــوالى ٤٠٠٠عام ق.م).

– العكس e'pautre، القمح = العلامة رقـم ٣٤ M (ب د ت bdt ، ب ت ى bty) "العكس e'peature".

– القارب المقدس ذو الكابينة = العلامة p (وا ا ، wi " القارب الـشمس") وكان ذلك القارب قد ابتكر فى مصر منذ عصور ما قبل التاريخ.

– تين فرعون (الجميز) السيكامور sycamore = العلامة، M (ن ح ت ، "جميز").

– البـشروس (النحـام) Flamant = العلامـة G27 (د س ر d sr، "البشروس").

٦– الموتيفـات الهندسـية للزخرفـة فـى منطقـة لاكـا lak نجامبـاى nagambaye ومبوم mboum للوجون العليا Haut Logone (تشاد Tchad).

– زخرفة الأوعية الأفريقية: لقد ظهرت زخرفة الأوانى، وهى أوعية نصف كرية، فى جميع أنحاء أفريقيا السوداء، فى تنوع لأنها من الموتيفات، ما بين نباتيه وحيوانية وخاصة وعلى نحو خاص فى صـيغة هندسـية صـارمة. ولقـد كـان الأفريقيون فى مجموعهم، يبالغون فى حماستهم نحو هندسة الأوانى الأفريقية.

– الأسلوب الهندسى لفن الزخرفة الأفريقى: الشكل التقليـدى للآنيـة هـو نصف الكرة عادة. وتستخدم قضيبا حديديا حدًا مائلاً كالأزميل للنقش على الـسطح الخارجى ذى الملمس الخشبى اللامع وله ملمـس اليقطـين lisse de la courge وتتحول الرسومات الهندسية ذات النقش المزخرف burin باللون الأحمر الـدافئ إلى اللون أسود غامق وتتوزع الموتيفات الهندسية علـى سـطح الكـرة ومجـال الزخرفة فى لاك lakal، فى منطقة نجامباى ومبوم Ngambaye et mboum فى لوجون logone العليا بدولة تشاد techad لهو مجال مدهش حقا، فالموتيفات هناك تخضع لقواعد من العادات والتقاليد.

وربما يصادف المرء تماثلا فى الزخرفة فى جميـــع أنحـــاء العـــالم إلا أن الأوانى المزخرفة على ذلك النحو الهندسى تختلف من واحـــدة لآخـــرى، فالجهـــد المبذول فى التركيز والتجريد هو جهد حقيقى يبذله الفنان - المهندس والرسومات التخطيطية كل أنواع الأشكال التى تخضع لنظام دقيق.

والانطباع الذى تتركه المجموعه يبدو كما لو كان حركة انتقـــال للأشـــكال deplacenent des figired وبذا كان لدى الفـــنان هندســـة لا يقـــوم علـــى أســـاس الخط المستقيم والمســـافة فقط بل على عملية الأنتقـــال تلـــك، فالأشـــكال تتـــحول فيما بينها بينما تبقـــى هـــى نفـــسها فـــى نطـــاق التطـــابق والتـــرابط الشكلى Solidonite formelle أن الطاقة الهندسية الكامنة لفن الزخرفة فى تشاد (وفى باقى أنحاء أفريقيا السوداء كلها) ليشكل هندسة خاصة فـــى عـــالم الإدراك والمحسوسات.



شكل ١٦٨: أوان وموتيفات هندسية

(لوجون العليا، تشاد)

ولقد قام دينيس بييـــر دى بيـــدرال Denis Pierre de Pedrals بجمـــع ودراسة الأوانى الهندسية الموجودة فى منطقة لوجون العليا وكتب يقول "لم يكـــن الأمر متعلقا بوضع تصميمات أو تجهيزات فنية بل بنوع من الاستمتاع والهيمنـــة

والرهبنة التامة ولم يكن هناك أمامى سوى تحديد وضع تلك الأعمال وتعريفها بقدر الإمكان من منطلق عناصر سيكولوجية وثقافية تعتبر ضرورية لمصدرها (د ب دى بيدرال: الظباء والأوانى halilopes calibasses باريس Durel editieur ١٩٤٨، ص ١٤ محقق بمعرفتنا).

وعلى هذا فالنص التالى قد اقتبسناه من مؤلف دى بيدرال وهو أول عمل عرض الفن الزخرفى والهندسى لشعوب منطقة لوجون العليا.

وتلك الموضوعات الهندسية ليست منتجات ثانوية مدموغة بعلامة التشغيل المتوالى (أو إنتاج بالجملة) أو مجرد أنتحال من صيغة مكرسة للموضة السائدة بل هى أعمال فنية تحمل طابع العاطفة الإبداعية الأصيلة.

ازدهار الأساليب الفنية لهندسة الأوانى التشادية:

الآنية أو الشكل AI: خط يمر بمنتصف نصف الكرة من حافة لأخرى وهناك خطوط متوازية مرسومة على كل جانب وفيما بين تلك الخطوط هناك خطوط أخرى متموجة هذه المرة ومن ثم تتأكد الحركة اللولبية والحلزون Spirale من نقطة.

الآنية أو الشكل A2: خطوط تتجمع معا كى تكون أشكالا عرضية حيث يحتوى بعضها على مضلع.

الآنية أو الشكل A3: التغيير هنا عبارة عن دوائر متحدة المحور على استقامة مع الحافة الخارجية وهى فى تماس مع بعضها البعض.

الآنية أو الشكلA4 : تتخذ الدوائر متحدة المركز وضع المضلعات. ويحتوى المضلع المركزى على مستطيل منحنٍ.

الآنية أو الشكلA5: ثلاث دوائر تحتوى داخلها ثلاثة مثلثات وهى مثلثات مرسومة داخل الدوائر (٣×٣×٣).

الآنية أو الشكل A6: الدائرة هى الموتيفة المركزية وتتخطى أفرع الصليب محيط الدائرة وتقسم المجال الدائرى إلى أربعة أقسام متساوية، يحتوى كل منها على تكبير لموتيفات ثانوية تظهر فى الدائرة المركزية.

الآنية أو الشكلA7: تغطى الدائرة المركزية نقطة التقاطع للأفرع الأربعة لصليب متطابق مع الآنية A6، ويحمل داخله مجموعة مربعات متناسقة un damier. وتشترى الدوائر القطرية Later الموتيفة الهندسية عند تقاطعها مع دوائر خامسة متحدة المحور مع المركز.

الآنية أو الشكلA8: دائرة مركزية يتفرع منها ستة أفرع.

الآنية أو الشكلA9: خطان متوازيان يقطعان خطوطا قوسية لتعطى شكلا يحتوى على تسعة أجزاء تارة تتحذ هيئة مثلثات، وتارة أكاليل دائرية.

الآنية أو الشكلA10: تكبير ضخم للموتيفات.

الآنية أو الشكلA11: تبتعد الآنية هنا عن التماثل.

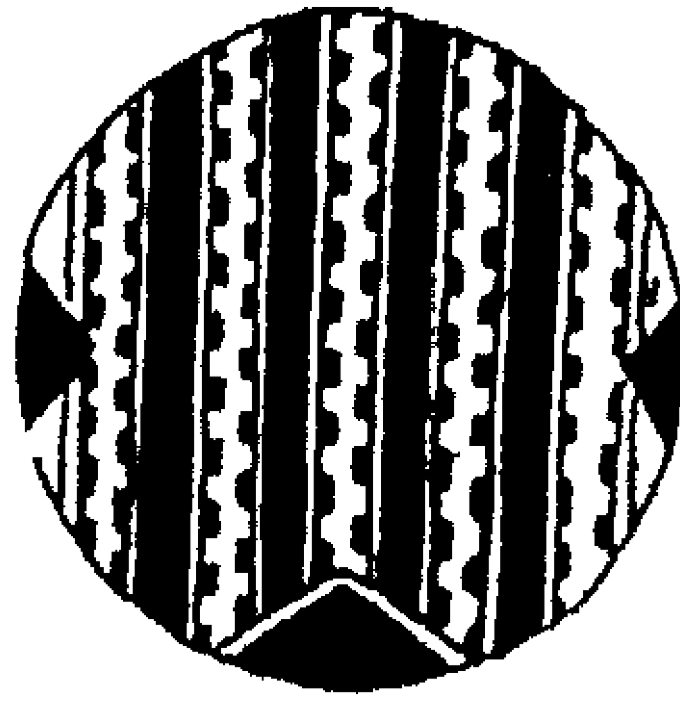
الآنية أو الشكلA12: عبارة عن تعبير فيه ديناميكية وحالة نفسية للخط.

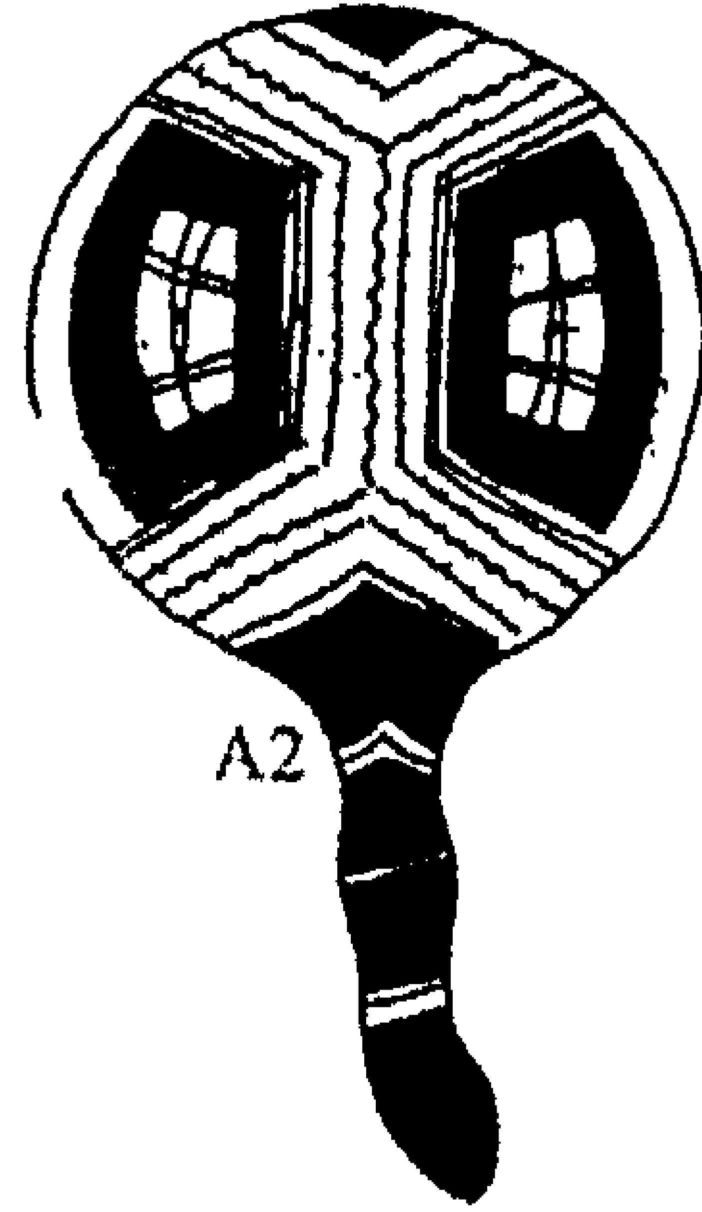
(باول كلى pawl klee)(*)

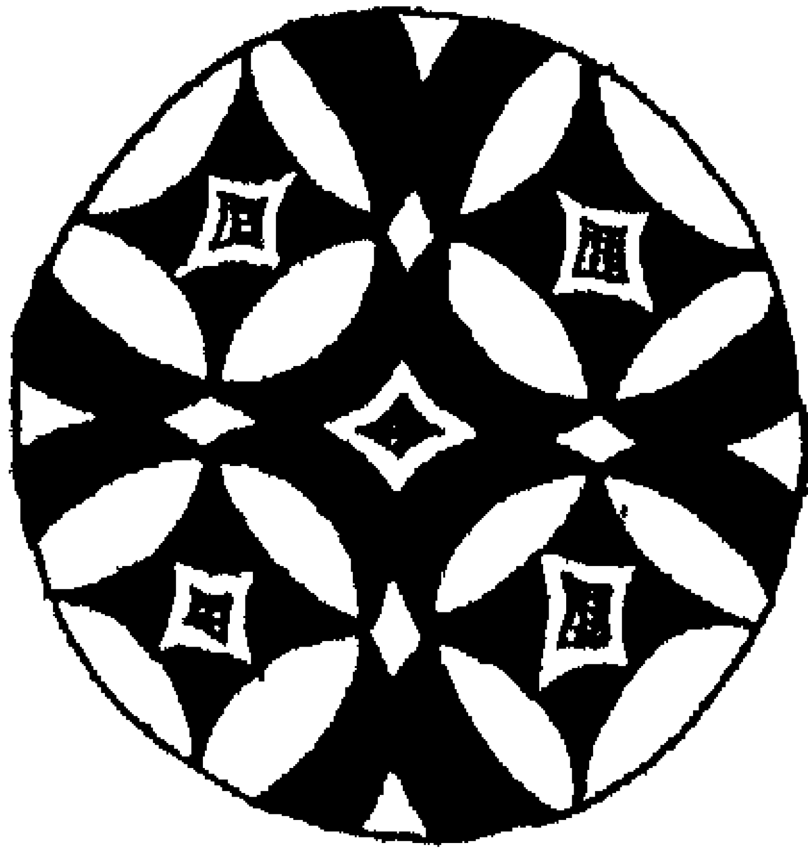
ازدهار الأساليب الفنية للأوانى التشادية (الأشكال ١٦٩، ١٧٠) عن د. ب. دى بيدرال (مرجع سبق ذلك ص١٠٢؛ ١٠٣).

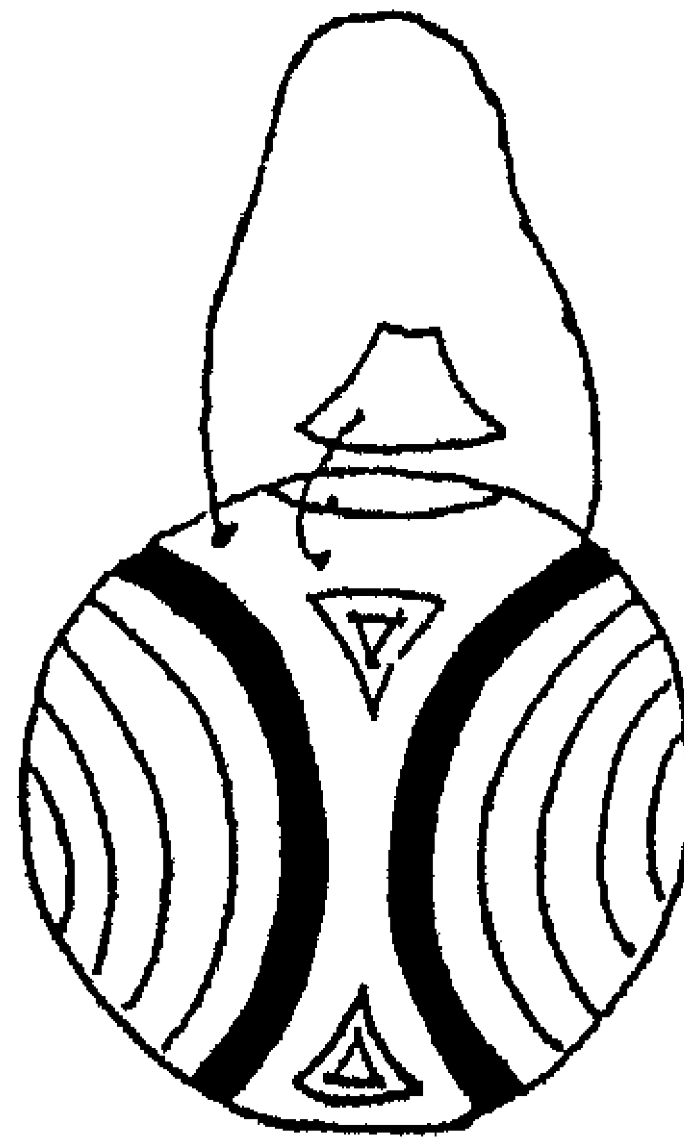
(*) باول كلى paul klee (١٨٧٩ – ١٩٤٠) مصدر من أصل سويسرى، من رواد الفن الحديث كفنان تعبيرى تجريدى متعدد المواهب.

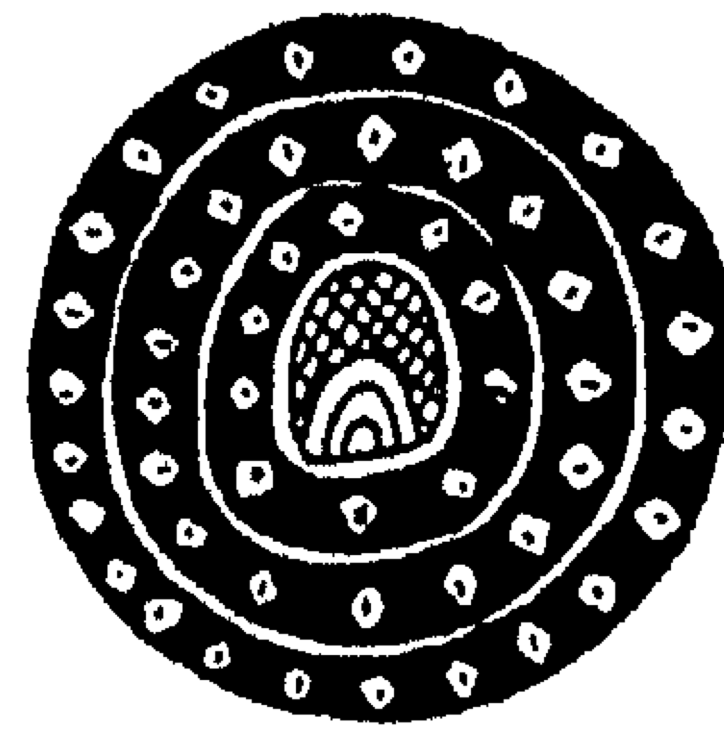


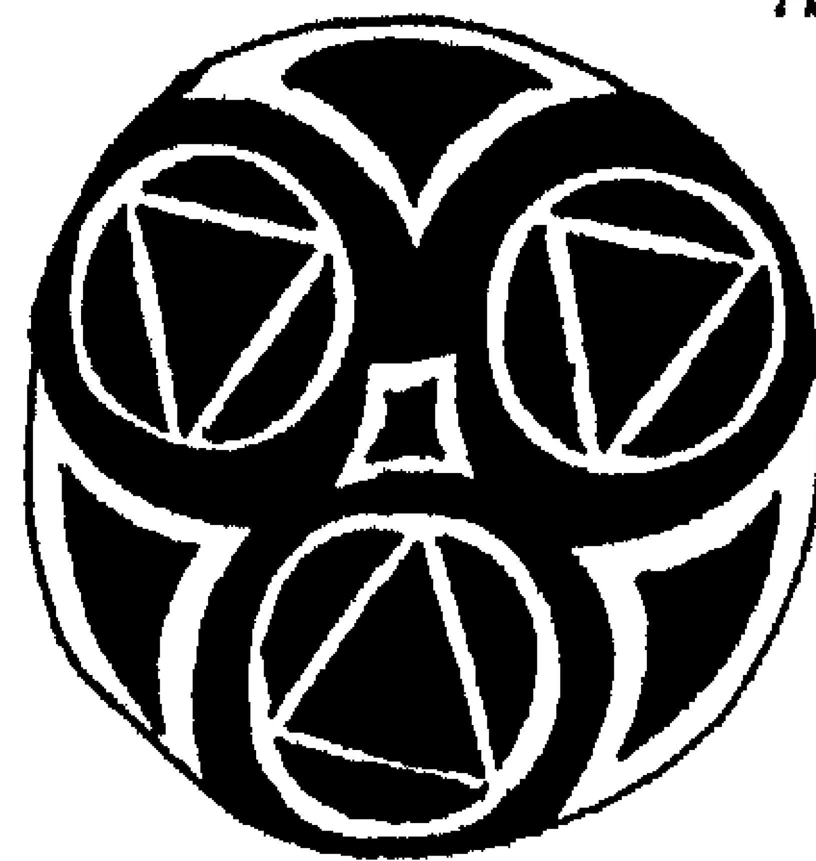


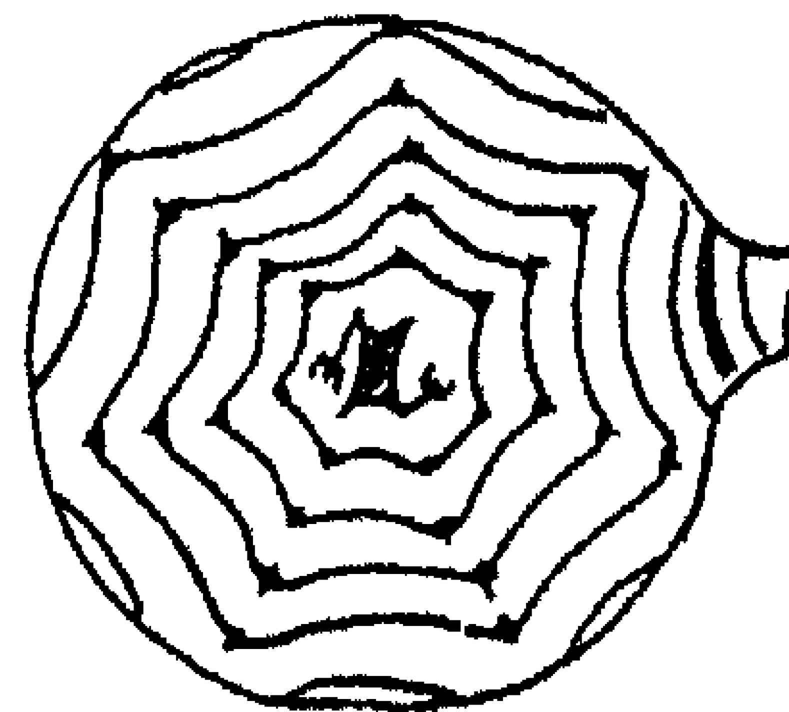




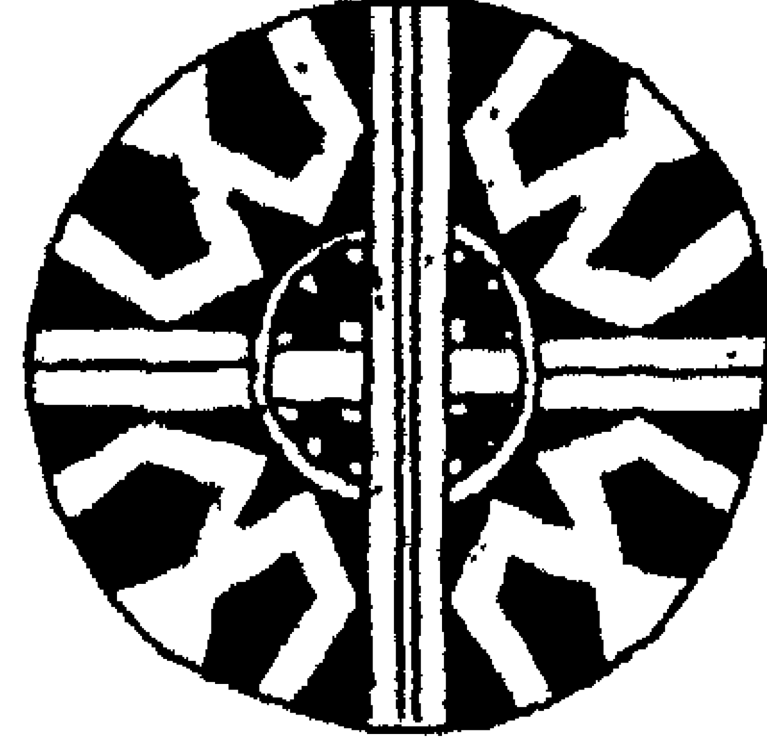




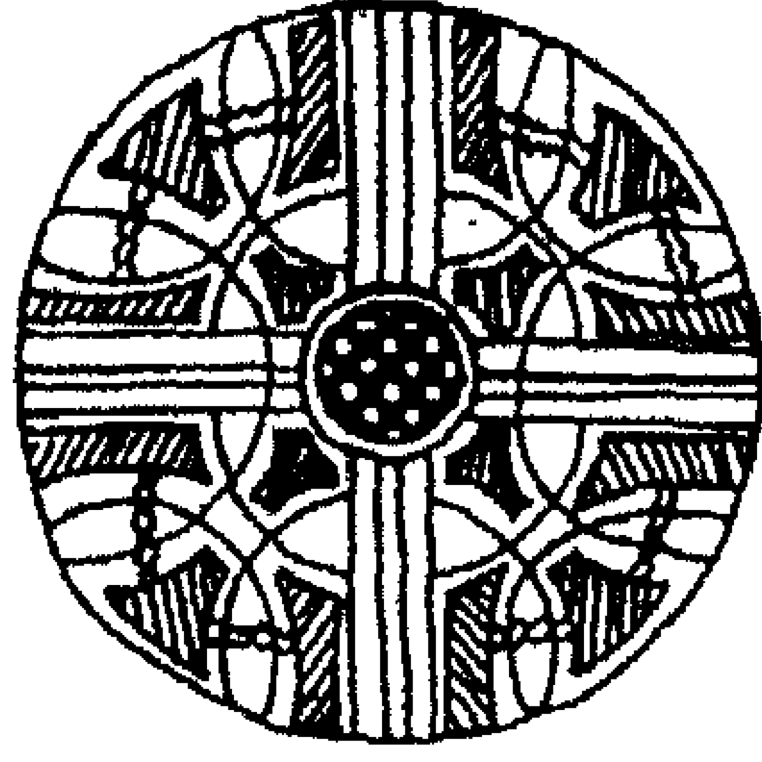




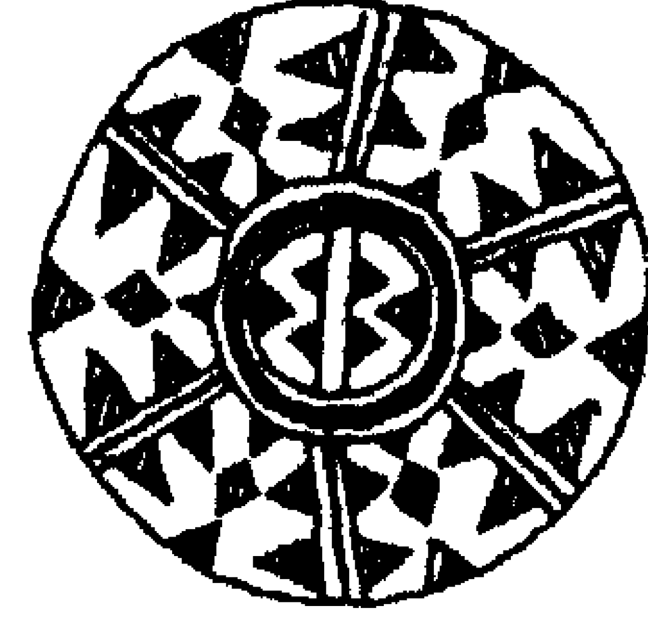
شكل ١٦٩: الأساليب الفنية الهندسية لأوانى تشاد.



A6



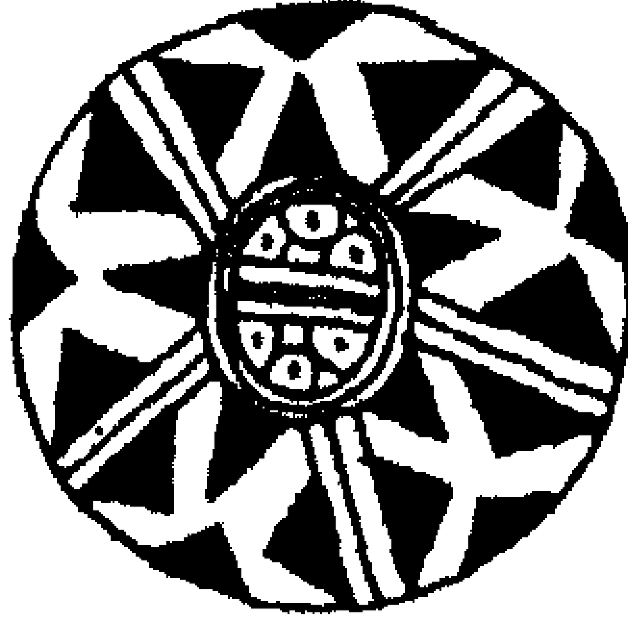
A7



A8



A12



A8



A9



A11



A10

شكل ١٧٠:الأساليب الفنية الهندسية لأوانى تشاد.

والملاحظ أن أسماء الأوانى التشادية (د. ب. بيدرال، مرجع سبق ذكره ص١٠٦-١٠٧) متنوعة بدرجة كبيرة وعلى درجة من التعقيد، وهذا شىء بديهى. وللأوانى أسماء تناظر التنوع فى الرسومات الهندسية التى تحملها.

الآنية أو الشكلB1: الرسم على شكل جناحى الخفاش.

الآنية أو الشكلB2: تلك هى الآنية فالابول Falapol التى تحمل رسما يصور حراشف ظهر السلحفاه ecaille.

الآنية أو الشكلB3: تلك هى الآنية بورندوى Porundoui التى تحمل رسما يمثل أذن الفأر L'epervir.

الآنية أو الشكلB4: اسم تلك الآنية تونجرنية porundoui وتحمل رسما يمثل ذيل السمكة.

الآنية أو الشكلB5: الموتيفة الهندسية مكونة من دوائر متحدة المحور والمساحة كلها مرصعة بدوائر النقد الصدفى Cauris وتلك هى الآنية الدولادجى Douladje والتى كانت تستخدم لوضع النقود.

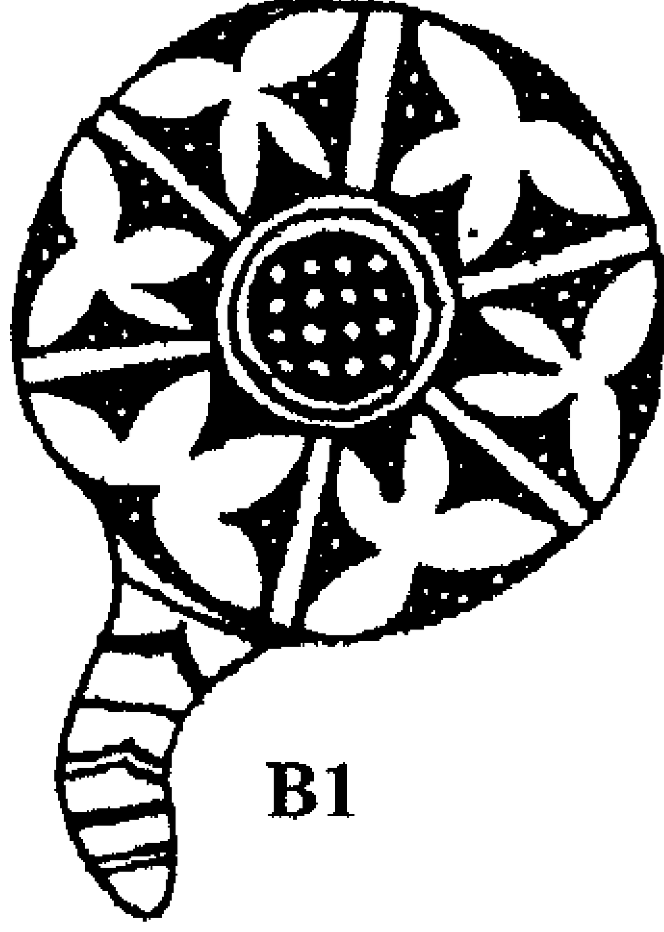
الآنية أو الشكلB6: تسمى ديجوى Digoueye، وتلك الآنية كانت تستخدم لجمع الفاصوليا وهى بيضاوية بانحناء.

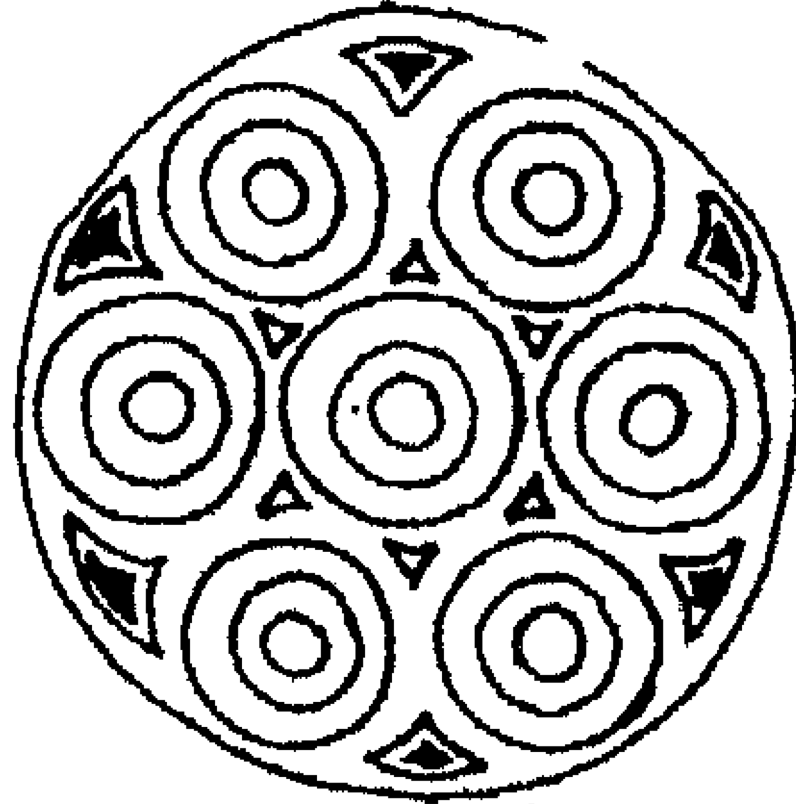
الآنية أو الشكلB7: تحمل رسما فيما مقسمة (مقسمة من وسطها بخطوط رأسية مستقيمة) وتسمى دولانج Dolang ويعنى ذلك "فأر صغير".

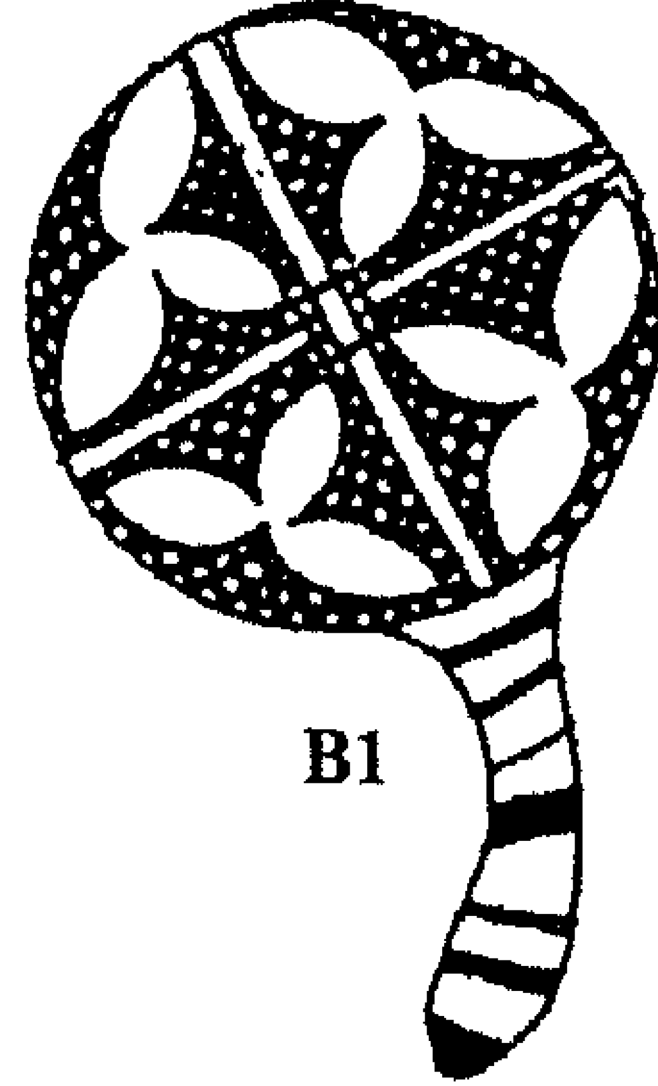
الآنية أو الشكلB8: تلك هى الآتيه كامورو Kamourou وكانت تستخدم لتقديم الجاتوه.

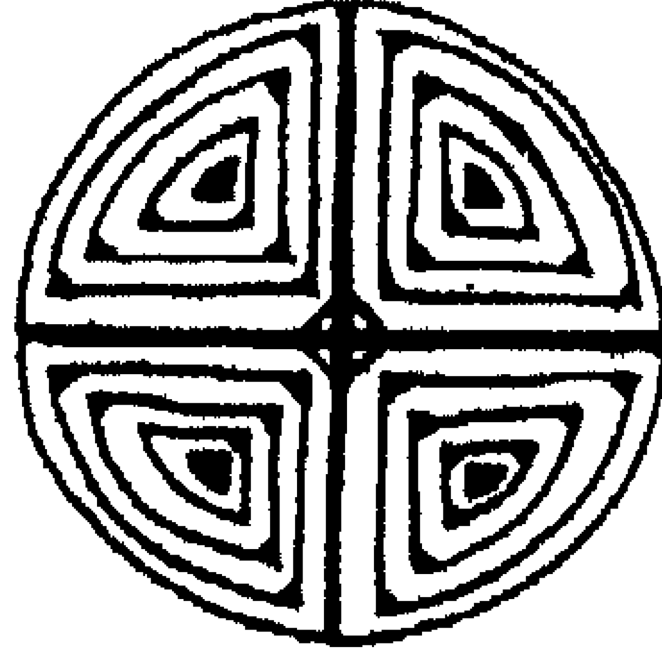
الآنية أو الشكلB9: اسم تلك الآنية أنجويه Ingoue. وكان الأهالى يحفظون فيها مادة الكاولين Kaolin. وتلك الثرية الحمراء كانت مستخدمة لطلاء أجزاء معينة من الفخاريات، ومصنوعات من الخشب، وقضبان المرافق، وجدران البيوت.

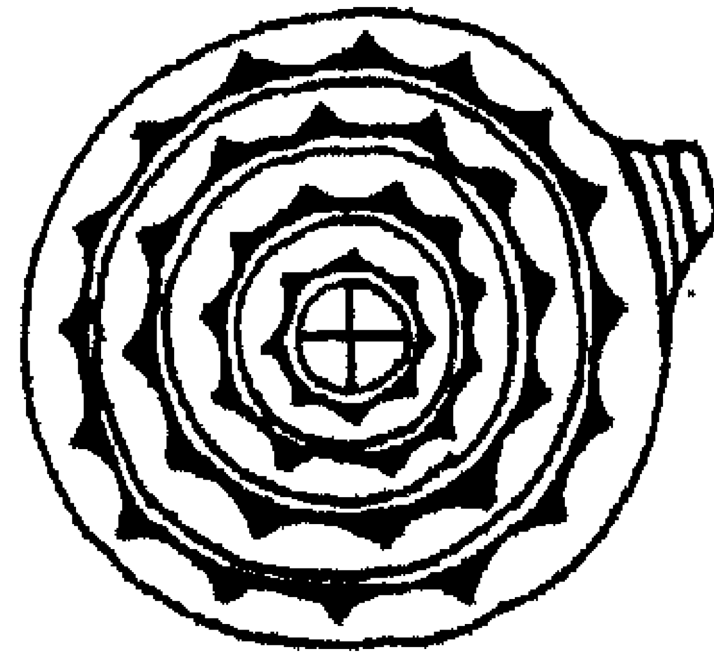
الآنية أو الشكلB10: تحـمل تلك الآنية اسـم جـوال دنجـو دامـال Gual dingu da mal أى لا تقول النساء إن الرجال لا يتبعون الاستقامة. وكان الأهالى يصفّون فيها البيرة والعسل.

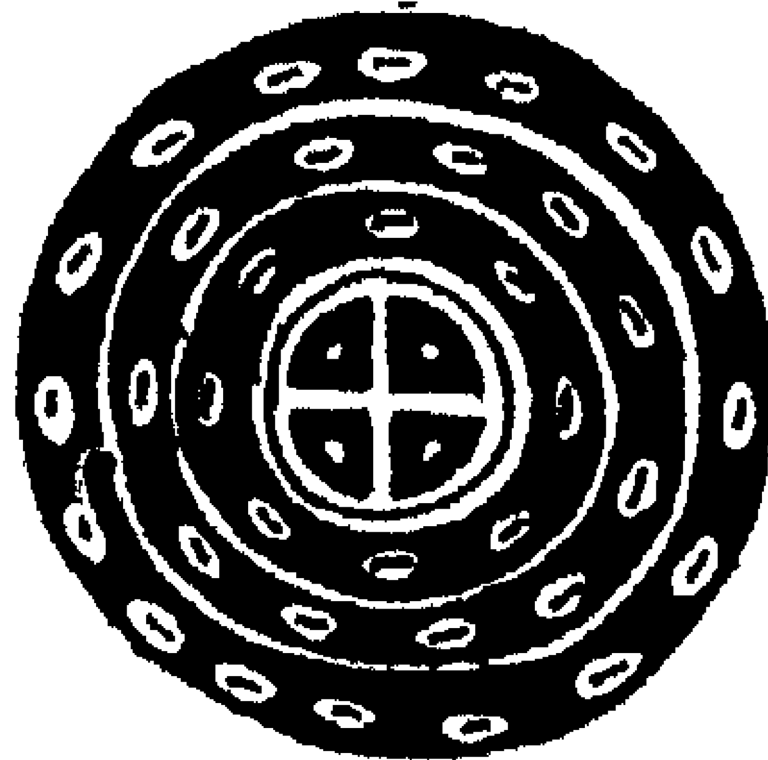






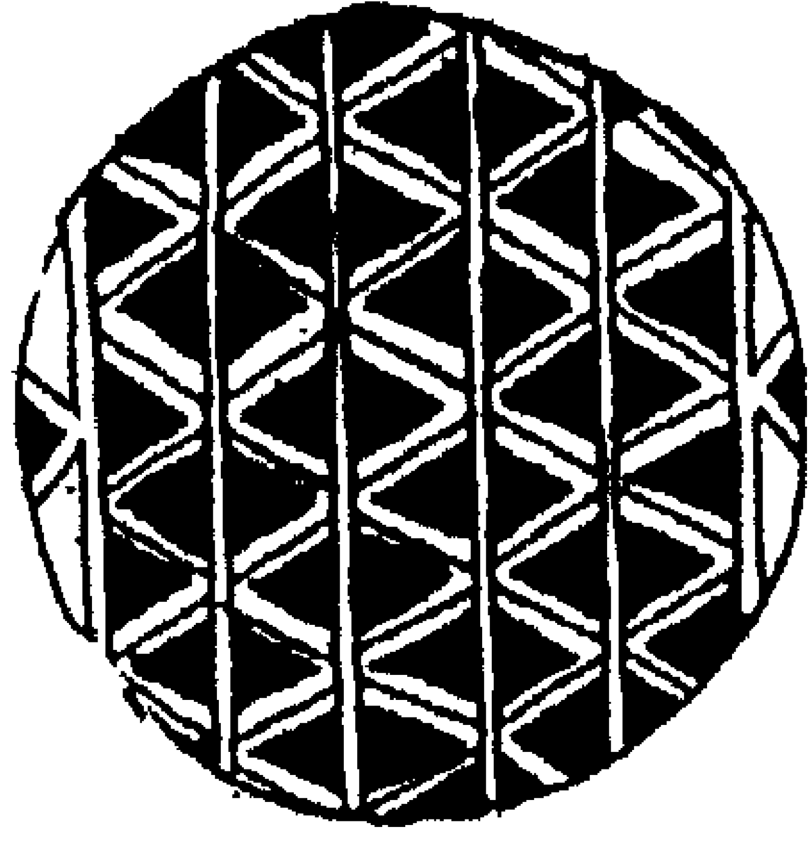








شكل ١٧١: أسماء الأوانى التشادية.



دولانج B7



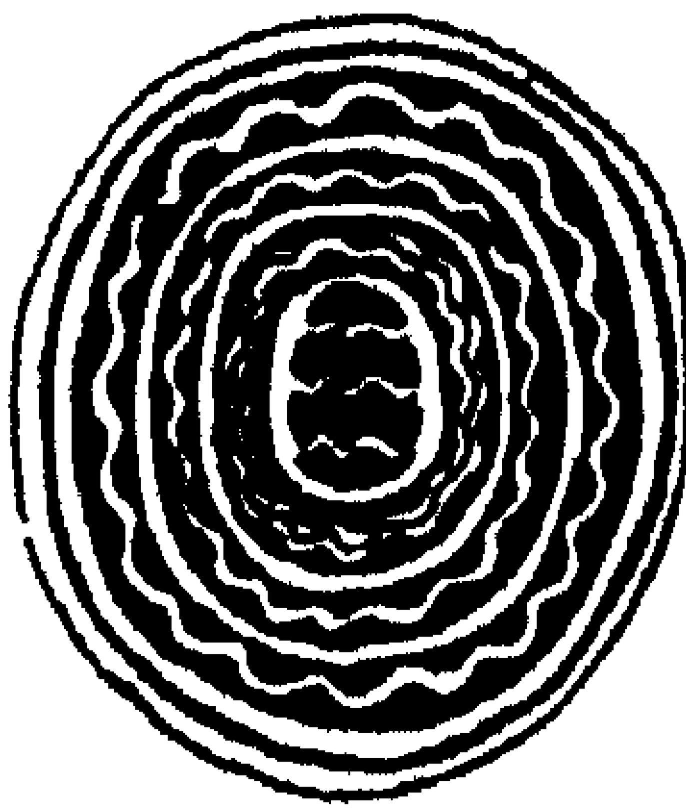
كامورو B8



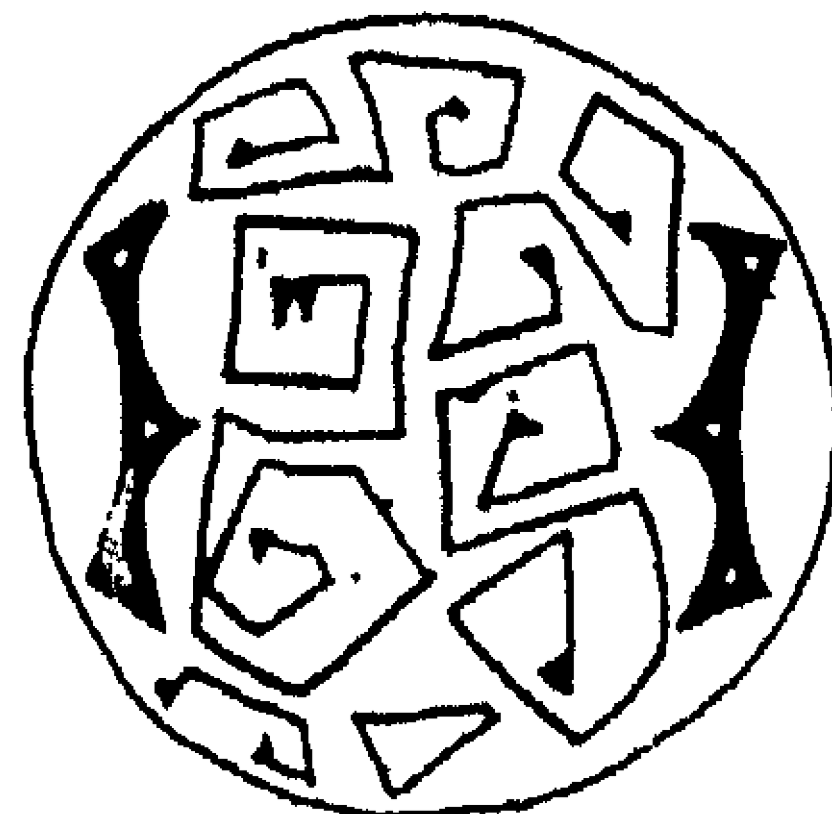
B8



B8



جوال دجنو مال B10



أنجويه B9

شكل ١٧٢: أسماء الأوانى التشادية.

٦- المفردات اللغوية التزينيية والموتيقات الهندسية للأوانـــى والخزفيـــات فـــى النيجر.

يتفوق الساحل النيجيرى على نحو خاص فى فن زخرفة الأوانى واالخزفيات والموتيفات الهندسية، ثراء وتنوع هائل. ومن الممكن أن يميز المـــرء مـــسطحات زخرفية، أو مدارس زخرفية معينة فى النيجر، مما يفترض معـــه وجـــود تقاليـــد أسلوبية وهندسية تصاحب الأساليب الفنية المميزة لتلك المنطقة.

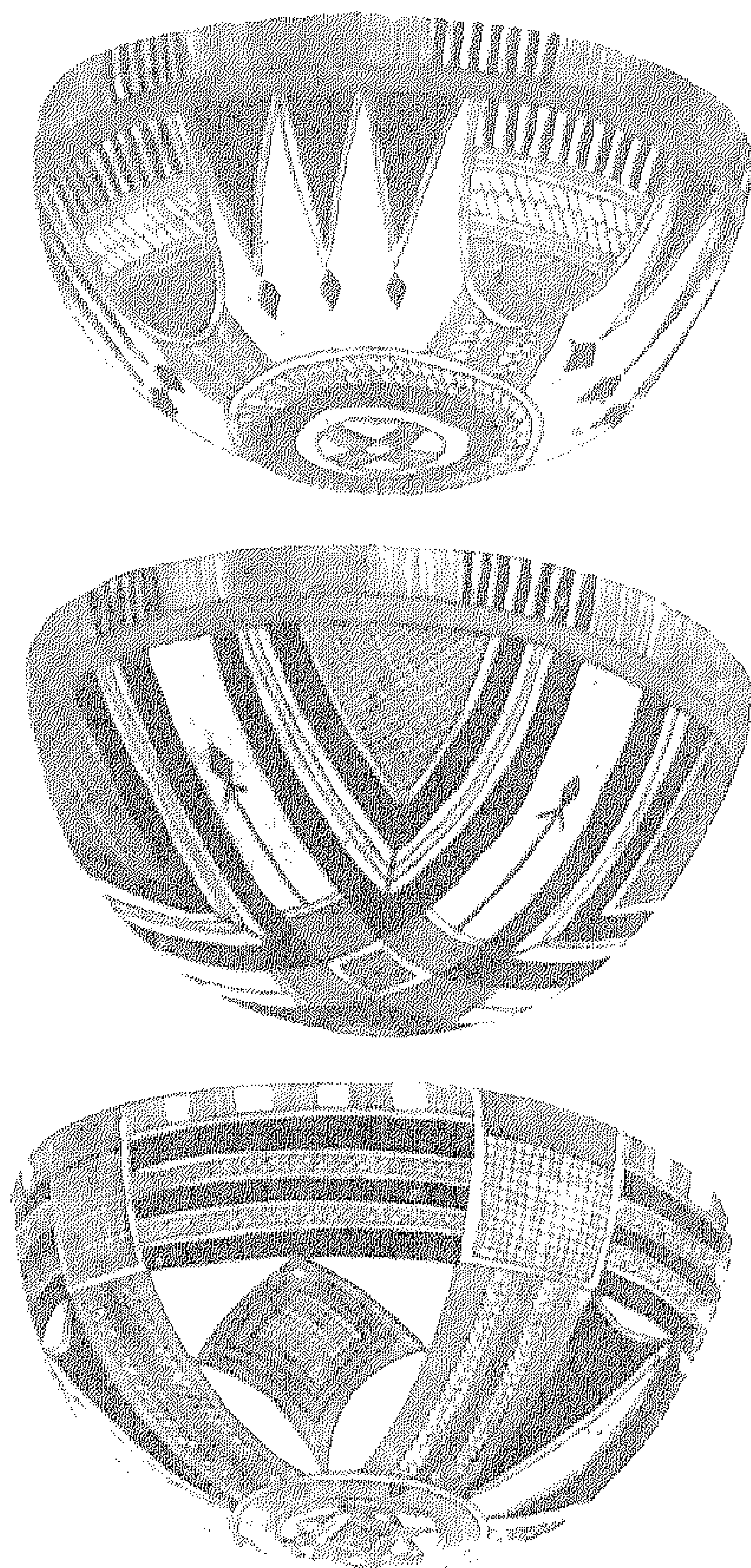
ويسود من مدرسة أدير Ladetr أسلوب الإفريزات ذات المربعات المتناسقة المائلة، أما أسلوب الزخرفة بالتبييض Blanchi فينتمى لمدرسة كـــونى Konni. بينما تبدى مدرسة دامارجو- داجناجـــارام amargou – Dagnagaram ثـــراء كبيرا فى التكوين.

وقـــد ترك إيفيز يورفوى Yves Urvoy مذكـــرات فى غـــاية الـــدقة حـــول ذلك الســـؤال: ى يورفـــوى Y.Urvoy، الفـــن فـــى منطقـــة النيجـــر I.F.A.N. dans le territoire du Nigerart. مركز النيجر، ١٩٥٥، ص. ٧٧، شكل٦٨. وكان ذلك المؤلف قد درس المفردات اللغوية الزخرفية: فن الـــبناء بطين الأرض Larchitecture en terre، الخشب المزخرف بالسلقون الأحمر Fer rouge (أكسيد الحديد)، الأوانى، الخزف، السلال La vannerie، فنون النسيج، (النـــسيج والتطريز)، الجلد، الأسلحة والمجوهرات.

وقد اتسعت مجالات هندسة المحسوسات لتشمل كل المصنوعات التى ينتجها البشر. وهو ما كان يشير إلى حس هندسى فى انطلاقة شديدة نحـــو البحـــث فـــى الجمال، تلقى فيها الموتيقات الهندسية للزخرفة بتأثيراتها الجماليـــة الخالـــصة. إن المجال الهندسى المهول للفن الزنجى (عمارة، نحت، أو انى،خزفيات، جلد، سلال، منسوجات.. إلخ) لم يتم استقصاؤه على نحو كاف بعد سواء على مستوى دراســـاته أو تذوقه، وبذا تكون الهندسة بمعناها المحدد (خطوط مستقيمة، النـــسق المنهجـــى، المنحنيات، أشكالاً من مختلف الأنواع) قد أدت إلى ظهور هذا الفن الزنجى الـــذى سيؤثر فى صيغ التكعيبية Cubisme(*).

(*) من المعروف أن بيكاسو فى لوحته الشهيرة آنسات أفينيون les demoiselle d'Avignon كان متأثرا تماما بالفن الزنجى. وتعتبر اللوحة مولد المذهب التكعيبى فى الفن – المترجم.

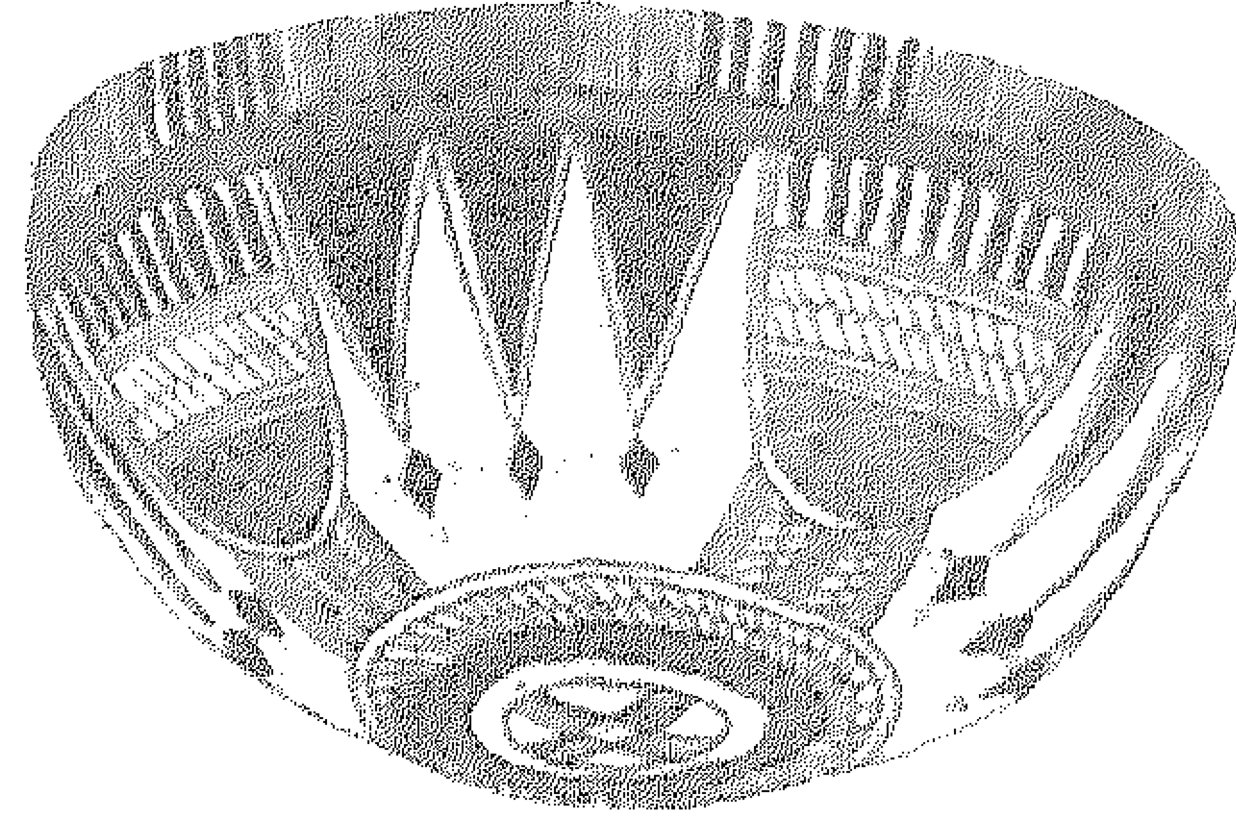
وهكذا كان الفن الزنجى فن أفكار: إنه فن ينظر إلى الطبيعة نظرة هندسية (فن هندسة الطبيعة geometrisation de la nature).

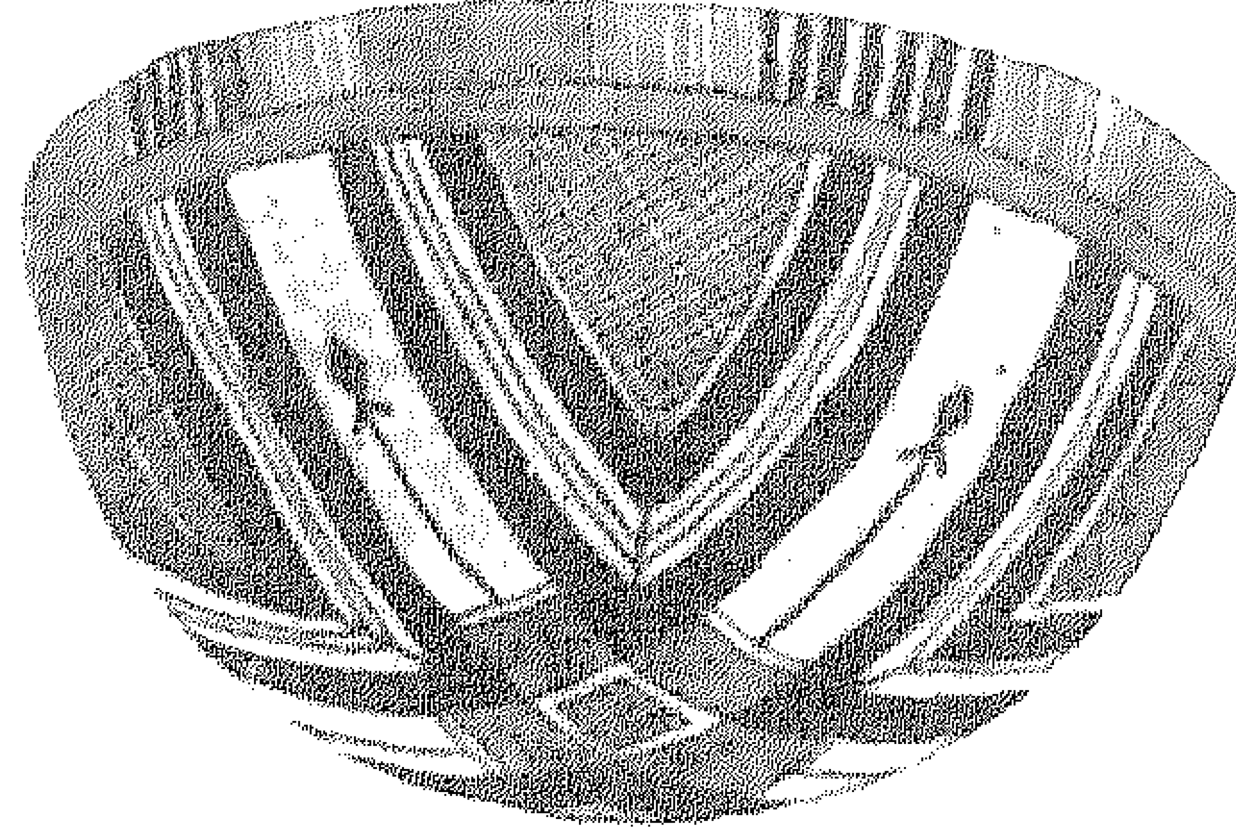


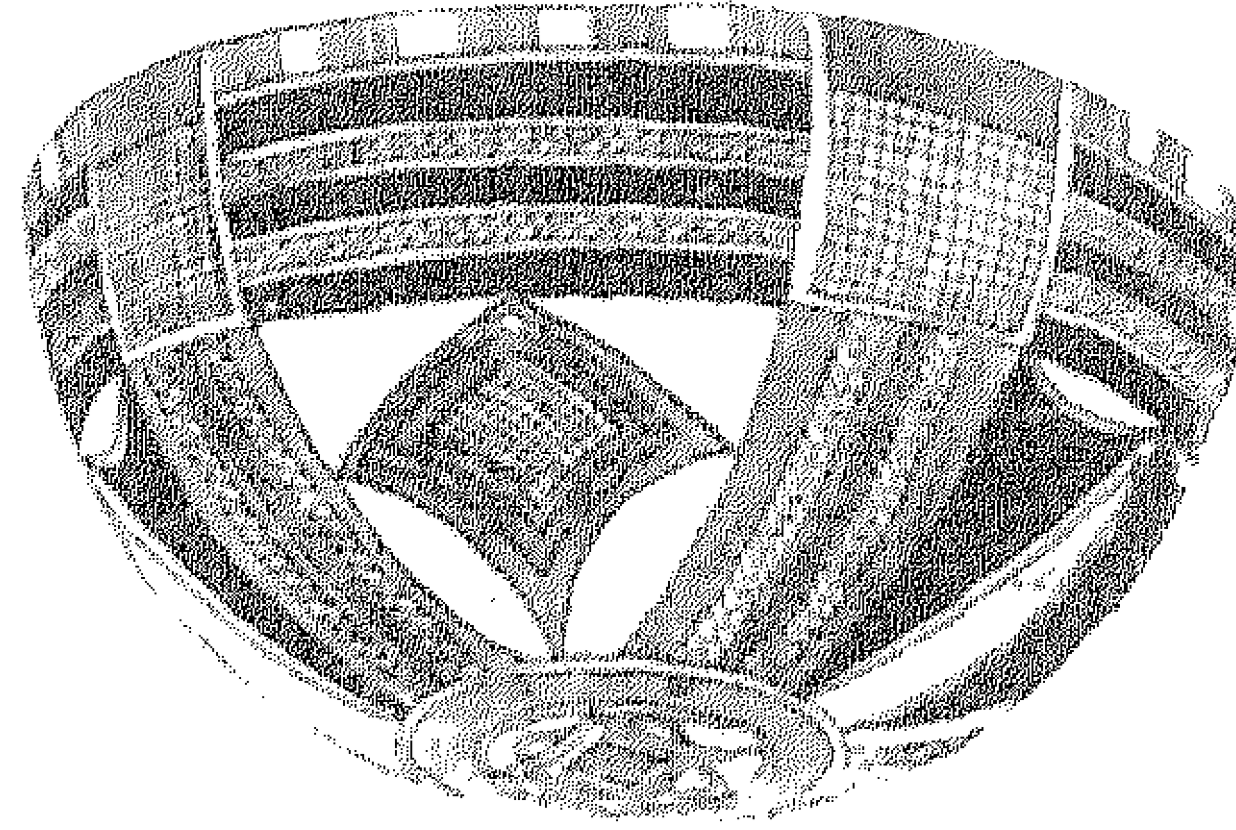
شكل ١٧٣ أوان محفورة من النيجر: مدرسة كونىKonni.

يلاحظ أن نصف الآنية محفور ومطلى، أما النصف الآخر فمتروك أملس. وهذا الأسلوب الفنى هو أسلوب الزخرفة المتبع فى بلانشى blanchi.

المصدر: ويورفوى Y.Urvoy، الفن فى منطقة النيجر Lart I.F.A.N.C dans le territoire du Niger مركز النيجر، ١٩٥٥، ص ٤٦. مجموعة الدراسات النيجرية II Etudes Nigeriennes.





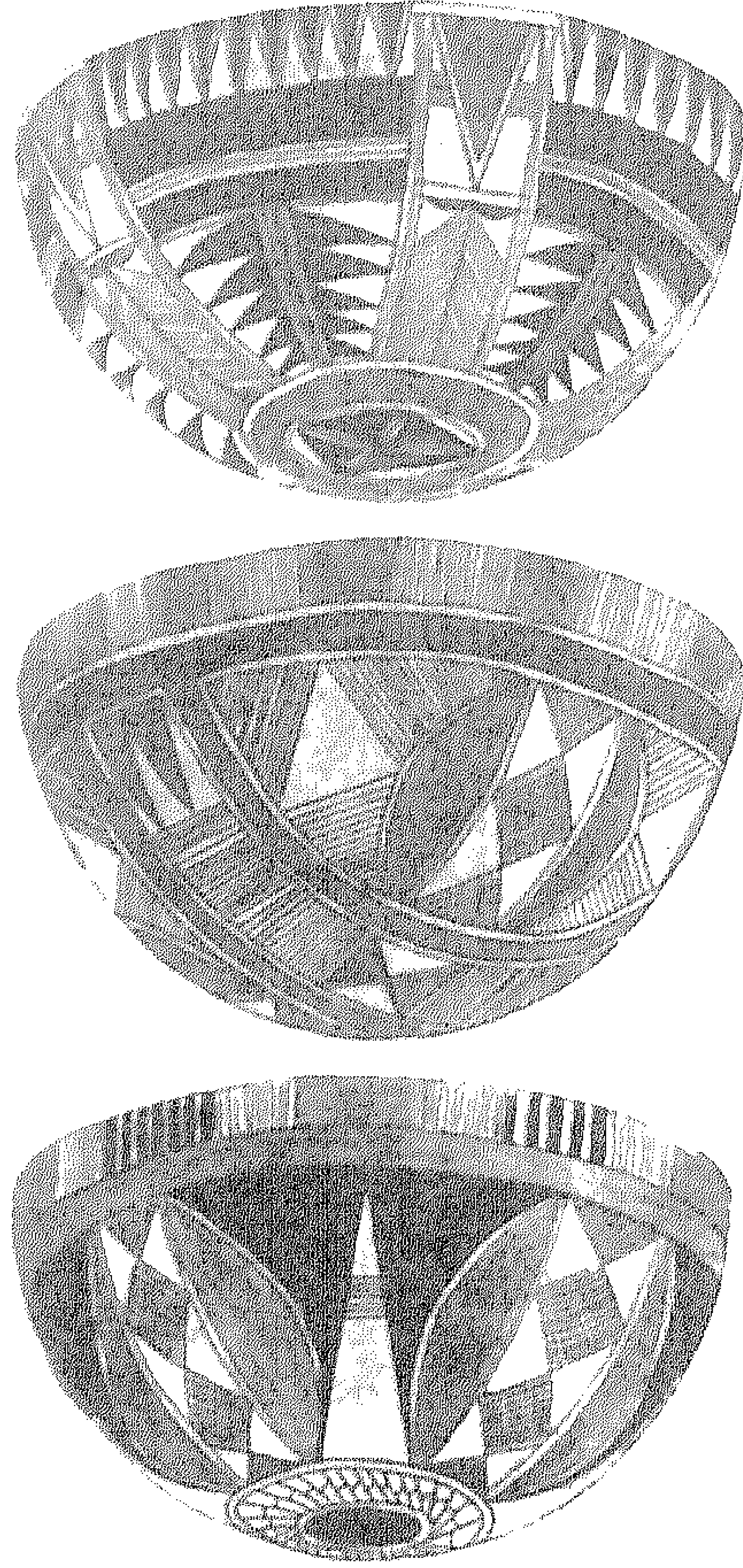


شكل ١٧٤: أوان محفورة من النيجر.

مدرسة داميرجور – داجناجارم- Damergou Dagnagaram

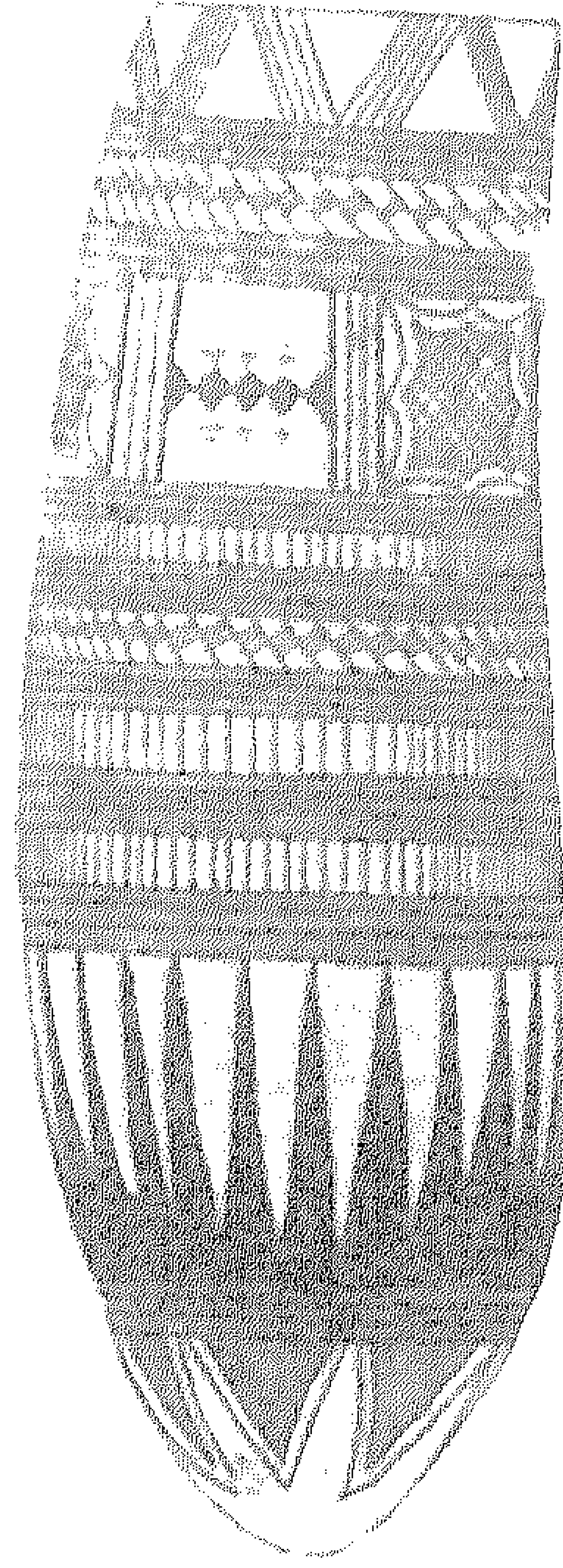
وتتمخض علاقة الطرف بالقطب فى الآنية عن محور يتم اتباعه دائما. وهو الخط المنحنى عادة.

المصدر: و. يورفوى لـــ Y.urvoy، مرجع سبق ذكره، ص ٤٨.



شكل ١٧٥: أوان محفورة من النيجر: مدرســة داميرجــو- داجناجــارام Damergon – dagnagram يسود الخط المنحنــى إنــشاء الآنيــة، وتمتــاز الموتيفات الهندسيه بالثراء والتنوع.

المصدر: وليورفوى Y urroy مرجع سابق ذكره، ص ٩.

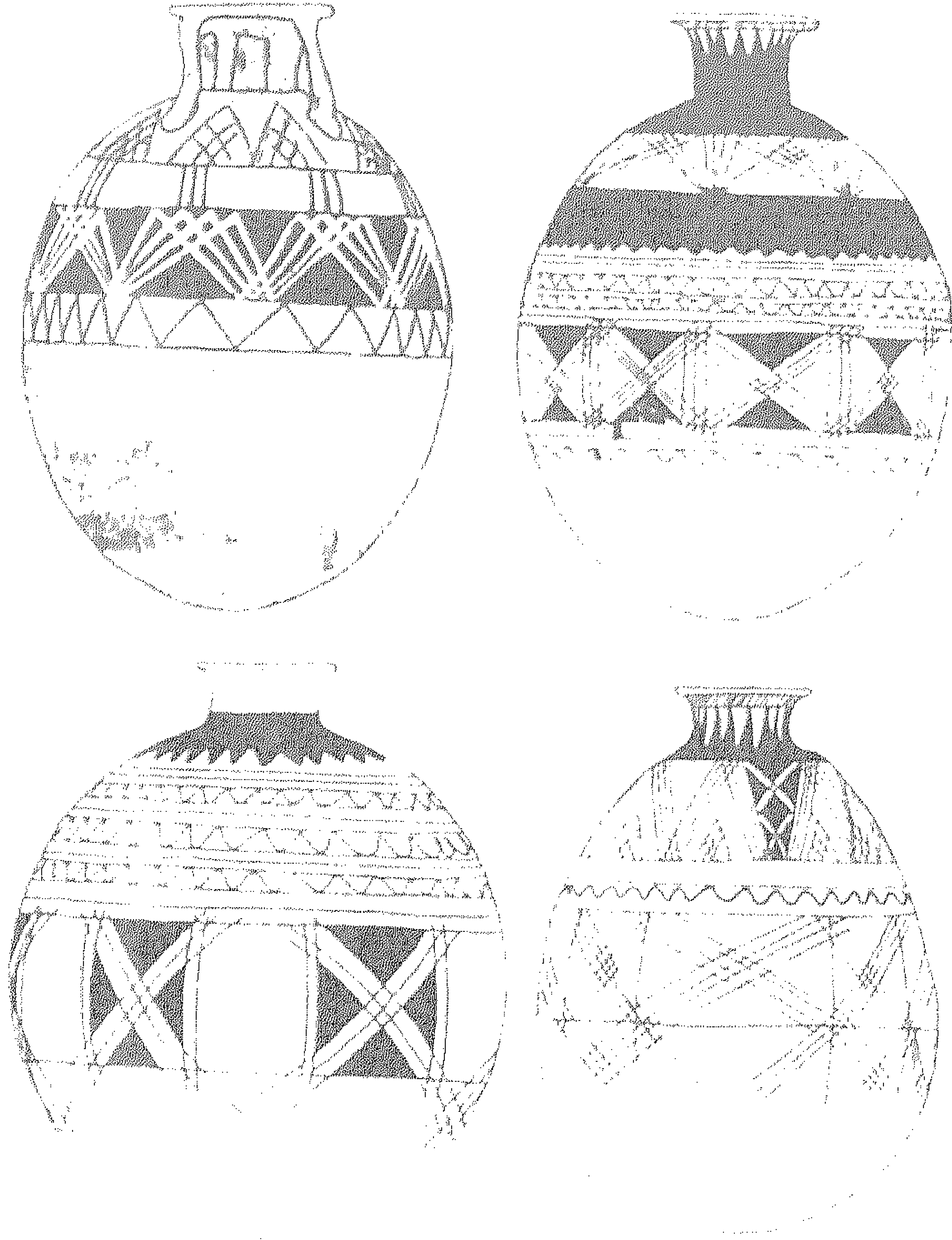


شكل ١٧٦: وعاء لحفظ الحناء.

هذا الوعاء المستخدم لحفظ الحناء 'henne به ثراء فى زخرفته، فـأوراق شجيرة الحناء تستخدم كصبغة حمراء للشعر والأيدى ولكعب القدم... إلخ.

ولذا فالحناء منتج جمالى. ونجد فى الكتابة الهيروغليفية بأن كلمة "الجمـال beaute" هى 𓄤𓄤𓄤 ، ن ف ر و nfrw ، نبفيرو neferou. ويبدو أن تلك الكلمة مكتوبة على وعاء الحناء هذا.

المصدر: و. ليورفوى Y.urvoy مرجع سبق ذكره ص ٥١.



شكل ١٧٧: الزخرفة الهندسية للخزفيات.

مدرسة كينا de krita – النيجر، الرقبة ضيقة مع علامات أفقية ذات خطوط متعرجة zigzag وشرائط عريضة مقسمة إلى مربعات، مـــع تلاعـــب بـــالخطوط القطرية، المرسومة فى أربعة خطوط، وتنويعات: وكلها تترك تأثيرا هندسيا عميقا

المصدر: و. يورفوى Y. urvoy مرجع سبق ذكره ص ٥٦.

٨ – النظام الهندسى للفن الزخرفى فى كوبا **Kuba** (الكونغو).

يعتبر فن منطقة كوبا فى زائير (سانكورو. كاساى sankuru / kasai) بلا منازع، واحدا من أجمل فنون أفريقيا السوداء وقد اكتسب شـــهرة عالميـــة والدقـــة والرهافة التى تصنع بها المنسوجات هى فى الواقع بلا نظير.

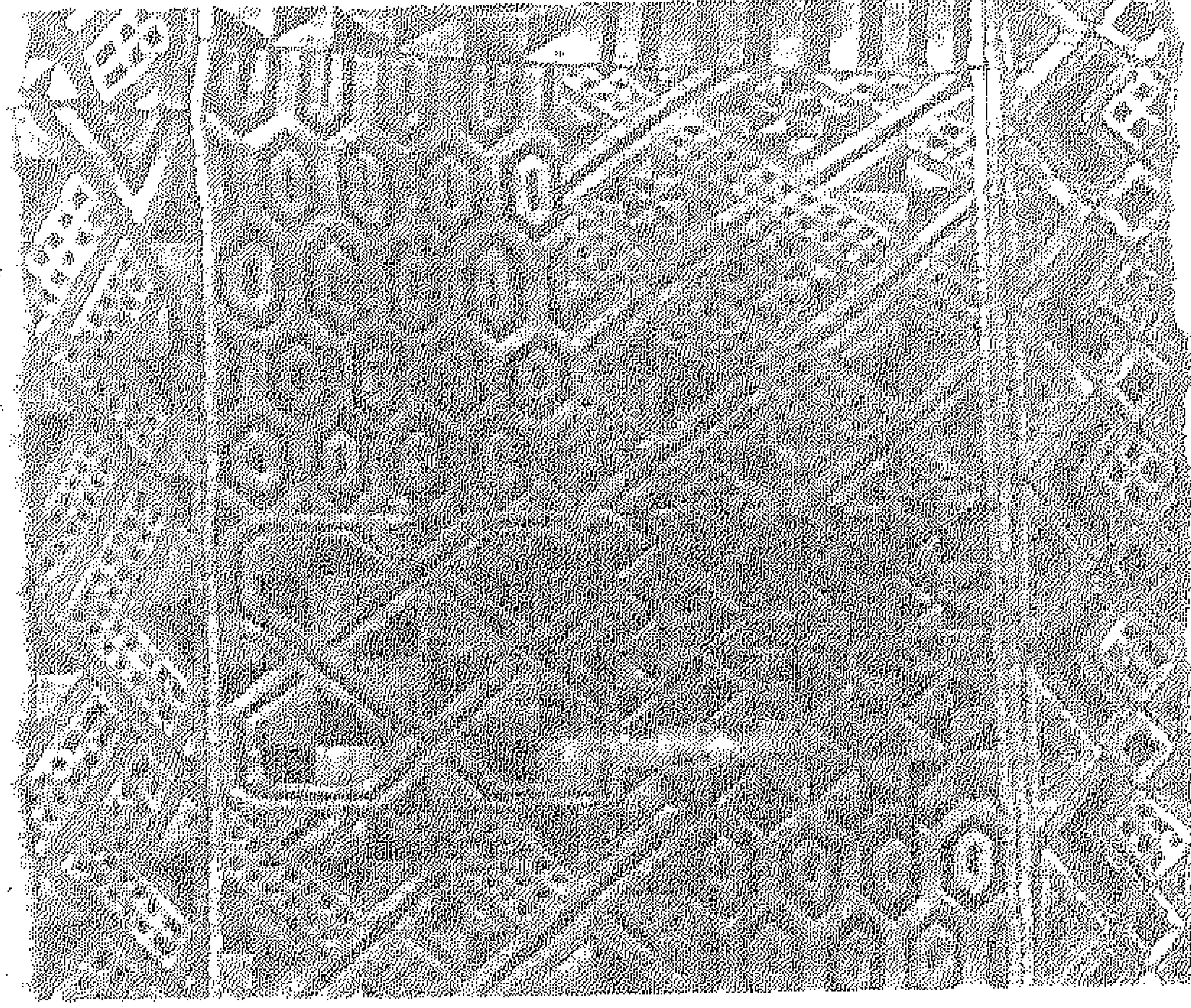
ويكشف النظام الهندسى لفن كوبا هذا (التماثيل الملكية ، الطبول والـــدفوف، الأنسجة القطيفة... إلخ) عن أشكال الهندسة التالية: مربعات ومستطيلات، مثلثات، متوازيات مستطيلات معينات losang مثلثات قائمة الزاوية حيث تتجـــاور فيهـــا الزوايا القائمة اثنتين اثنتين ووحدات زاوية modules angules ومنحنيـــات ذات عقود ودوائر وأنصاف دوائر ، وتكوينات متموجة ومضلعات متحـــدة المراكـــز... إلخ.

ومن الممكن الرجوع لاثنين من كبار المؤلفين الآتى ذكرهما:

١ – إ. توردى E. torday مذكرات إثنوجرافية حول الـــشعوب المـــسماة عموما بالباكو، وكذا العشائر الموجودة، البوشونجو -Notes- ethnographiques -sur les peoples communement appele's bakuba ainsi que' sur Le peoples des apparentees le banshongo Tervren, annals du muse .du congo belgc ,1910

تيرفوران، حوليات متحف الكونجو البلجيكى ١٩١٠.

٢– ج كورنيه J. cornet الفن الملكى فى كوبا , art royal kuba ميلانو منشورات سبيل sipiel ١٩٨٢.



شكل ١٧٨: منسوجات كوبا (زائير) من ألياف النباتات.

وهى مطرزة على قطعة كبيرة من قماش الرافيا raphi uni (نخيل) وتسمى تلك الأنسجة "قطيفة كاساى" "Velours du Kassa" أو قطيفة كوبا بسبب رقة الألياف ويتم تصنيعها بعمليات طويلة ومعقدة.

والموتيفة الهندسية منفذة تخليدا لذكرى وتحمل كل منها اسما.

المصدر: الفنون المعروفة والفنون المجهولة لأفريقيا السوداء.

Art Connus et art meconnus de l'afrique noire.

مجموعة بول تيسمان Paul Tishman متحف الإنسان بباريس ١٩٦٦، المعرض رقم ١١٤ وقد درس كورنية Joseph cornet الفن الكوبى بالتفصيل

J.cornet.art royal kuba ,Milan,Edizioni Sipiel 1982.

الفن الملكى الكوبى ميلانو. منشورات سبيل ١٩٨٢,٣٤٣ ص ٣٥٣ رسم إيضاحى 345p 353 illuotrions.

وانظر بصفة خاصة النظام الزخرفى hesysteme decorati ص ١٥٧-١٧٩.

XXXVII

الهندسة الطبوغرافيا وفن الخرائطية

ابتكارات مصرية

١-الطبوغرافيا Topographie هى فن عبارة عن تخطيط أشكال الأرض بما عليها من تفاصيل طبيعية أو صناعية وذلك فى رسم هندسى ويتعلق ذلك بالرسم البيانى أى رسم هندسى بمعنى أنه موقع ما.

٢- فن الخرائطية Cartographie هو فن رسم الخرائط ومخططات الجغرافيا وهو فن يتبع منهجًا عمليًا، وتوفر الخرائط الطبوغرافيا المظهر والهيئة التفصيلية للأرض لمنطقة تم تصغيرها.

أما الخرائط الجيولوجية فهى تبين طبيعة التربة وما تحتها.

٣- الخرائط المساحية عبارة عن خرائط للأملاك تستخدم لتحديد الضرائب العقارية.

٤- كان مينا Menna مسئولا كبيرا عن المساحة فى عصر الدولة الحديثة (١٥٦٧- ١٠٨٥ق.م) وتحمل مقبرتة فى طيبة رقم ٦٩ وكان مسئولا عن التحكم فى حدود ومساحات الأراضى ومراجعة حدود الأراضى التى يتسبب الفيضان فى إزاحتها فى أغلب الأوقات، وكان موظفوه وعددهم كبير يقومون بحساب الغلال ويؤدون حسابات الأعمال الحسابية.

وقد أنشأت مصر الخرائط الفلكية Cartes du ciel ويعتبر سقف مقبرة سينيموت Senmout وفى الدير البحرى خريطة دقيقة للسماء يرجع تاريخها لعام ١٤٦٣ق.م. والخريطة عبارة عن اثنتى عشرة دائرة مقسمة لمجموعتين غير متساويتين (مجموعة من ٤ ومجموعة من ٨) وهناك مثلث طويل وضيق يرمز لخط الزوال meridien حيث توجد عليه دائرة صغيرة ترتبط بمجموعة الدب الأكبر Grand ourse (صورة ثور) وكان المصريون يعرفون النجوم السبع الرئيسية لتلك الكوكبة من النجوم constellation وتحت مجموعة الدب الأكبر نجد رسما للإله هيرا كوسيفال Hera Cocephale وهو ممسك بالرمح وإذا مددنا خطا على طول ذلك الرمح مع خط الزوال فإن الخطين يتقابلان فى القطب الشمالى (انحراف ٩٠) وخط الزوال نفسه موجود على خط الاستواء (بانحراف صفر) وبالنسبة للنجم المسمى بالدب الأكبر ursae majoris فهو يحتل مكانه بدقة (عند ٢؛ ٦٨) وهو الانحراف الذى كان معروف فى عصر سينموت (١٤٦٣ق.م) وتتيح الحروف الهيروغليفية إمكانية التعرف على الكواكب: المشترى Jupiter ساتورن Saturne الزهرة Venus وعطارد Mercury ويبقى المريخ Mars والذى يتتبع كلا من المشترى وساتورن فى زورق وهو لم يكن ظاهرا أثناء الليل طبقا لما هو مرسوم فى مقبره سينموت.

٥- لقد ابتكر المصريون القدماء الطبوغرافيا وفن رسم الخرائط حوالى عام ١١٠٠ق.م، مع الخارطة المذكورة أدناه "مناجم ومحاجر" وهى بردية طويلة (٢,٨٢متر) وارتفاع ٤١سم وهى موجوده حاليا فى المتحف المصرى بتورينو بإيطاليا.

٦- والأسلوب الفنى الهندسى المستخدم هو التدوير والتطابق Rabattement والطرق الطبوغرافية هى "خطوط السير Itine'raires" وهو بدقة عبارة عن حركة دورانية لشكل مسطح كى يتم تحريكه فى مستويات الإسقاط وتظهر خريطة المناجم والمحاجر ان المنطقة الممثلة هى وادى الحمامات Wadi Hammamat

وهى منطقة جبال السلسلة العربية التى تفصل النيل عن البحر الأحمر حيث يوجـد العديد من مناجم الكوارتز المذهب Quartz Aurife're وقد مثلـت التـضاريس والشواهد المعمارية لتلك المنطقة التى تضم المناجم بكل دقة مع بروفيـل مطـابق على السطح Profil Rabattu وهناك تفاصيل وتعليقات تكمل الرسم والوصـف الجيولوجى تم إعداده باستخدام الألوان: فالأحمر يشير للجرانيت والأسود للبازلـت واللون الكستنائى Marron يشير للتربة أما الأبيض فيشير للـشواهد المعماريـة، وبذلك يكون القدماء المصريون هم أول من استخدم وأول من فعل ذلك.

طريقة التدوير والتطابق الهندسية La me'thode de rabattement.

وقد ظل استـخدام طريقة التدوير والتطابق فى رسم الخـرائط موجـودا حتى القرن السابع عـشر حتـى استخـدام طريقـة الإسقـاط الـعمودى Projection Orthogonale (إسقاط عمود من نقطة على خـط مـستقيم، علـى مستوى، وعلى سطح ما).

٧- الوصف الطبوغرافى، أى وصف عناصر الخارطة بطريقة الخط السير Itine'raire بمعنى أن العناصر الأكثر أهمية فى المنظر الطبيعى تمثل فى الجزء الأعلى.

وهذا النوع من الوصف الطبوغرافى كان واسع الانتشار فـى رومـا فـى العصور الوسطى.

وبذلك يكون المصريون القدماء قد ابتكروا طريقة رسم الخرائط بالتدوير أو بالإسقاط (تمثيل الجسم، أو جزء بارز على مستوى يقال له مستوى الإسقاط، طبقـا لقواعد هندسية معينة: ولم يكن ذلك من قبيل المصادفة، أو بطريقة تجريبية).

٨- وتاريخ رسم الخرائط، المكتوب بموضوعية، دون انحياز ثقـافى، مـن الممكن سرده على النحو التالى:

– حوالى ٢٤٠٠ق.م: تم رسم خرائط بدائية، دون منهج أو قواعد معينـــة، بمعرفة البابليين فى أراضى ما بين النهرين.

– ١٤٦٣ ق.م: ظهور خرائط فلكية لدى المصريين القدماء.

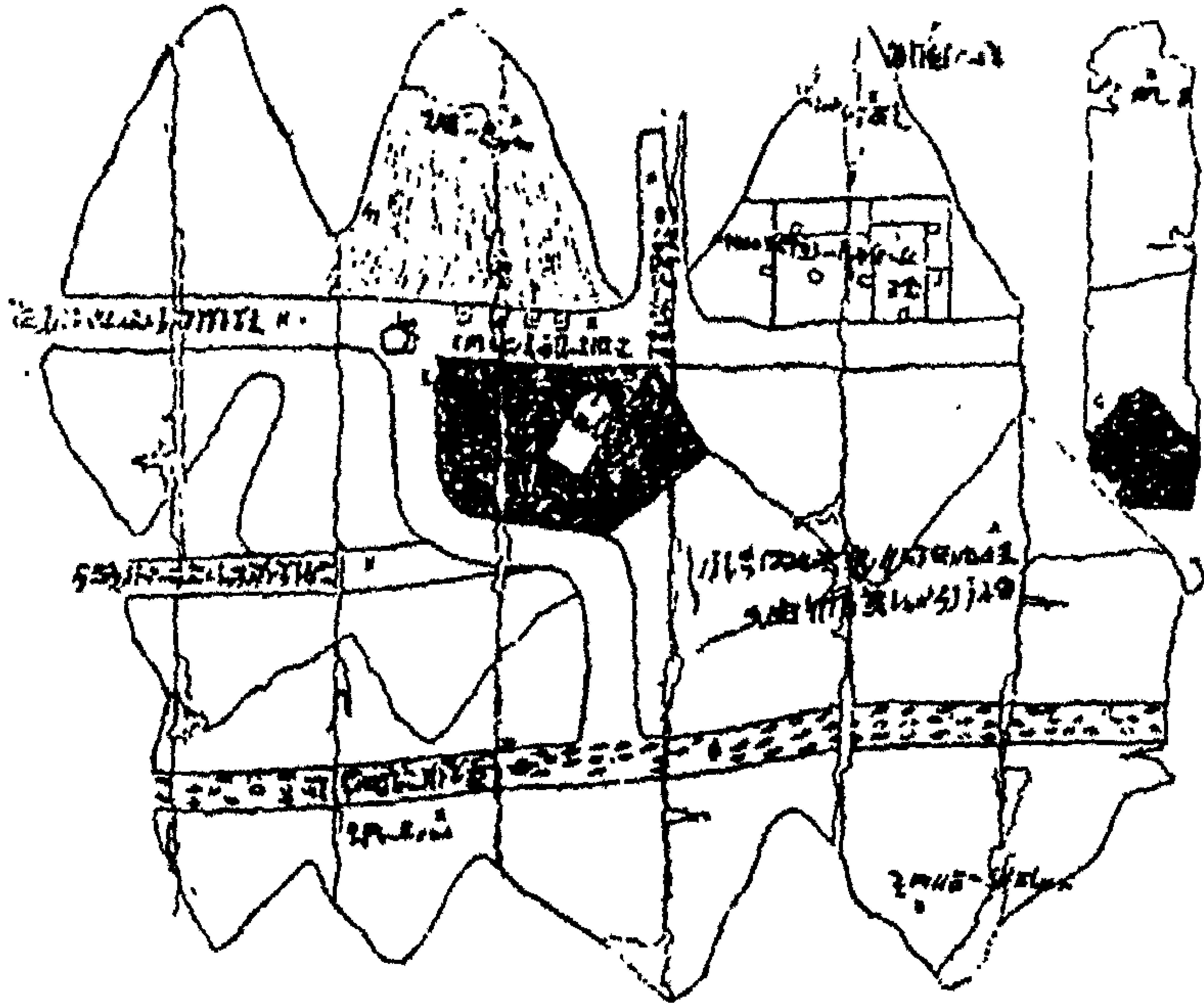
– حوالى ١١٠٠ق.م: ابتكار طريقـــة "التـــدوير والتطـــابق rabattement" وطريقة خطوط السير Itine'raires" بمعرفة المصريين القدماء، واستخدام الألوان فى رسم الخرائط.

– فى القرن الثالث ق.م ، ابتكر العـــالم اليونـــانى الـــسكندرى أراتوســـيس Eratosthe'ne أسلوب رسم الخرائط والذى قام علـــى رســـم خطـــوط الـــزوال Merdiens وخطوط العرض Paralle'les، وقيـــاس محـــيط الأرض، وقيـــاس المسافة بين أسوان والإســـكندرية Sye'ne (Asswan)_Alexandrie بوحـــدات الخلوة stades النظرية وبذلك حقق عملية جيوديسية Ge'ode'signe (الجيوديسيا علم المساحة) وبوسائل علمية مساحية.

– حوالى ٨٢٨ ميلادية، قياس درجـــة الـــزوال degre' de meredien بمعرفة العلماء العرب فى بيت الحكمة بناء على أوامر الخليفة المأمون فى بغداد.

وقد عرف كريستوفر كولومبوس أهمية ذلك القياس من خـــلال الفرغـــانى Farghani[*].

(*) أبو العباس أحمد بن محمد بن كثير الفرغانى (٨٠٥ – ٨٨٠) فلكى عربى ولد فى فرغانة (أوزبكستان) وتوفى بمصر. كانت دراسته الفلكية (كتاب العناصر) مرجعا لكل أوروبا فيما بين القرن ١٢ – ١٧.



شكل ١٧٩ : خرائط مناجم الذهب المصرية فى بلاد النوبة (الأسرة التاسعة عشرة) مرسومة فى مصر حوالى ١١٠٠ق.م، وتشير إلى خرائط منطقة وادى حمامات، وهى منطقة حفريات الذهب بين النيل والبحر الأحمر، وقد ولد علم الطبوغرافيا وعلم الخرائط مع تلك الخريطة المصرية.

وقد استخدم أسلوبا "التدوير والتطابق" و"خطوط السير" لأول مرة فى ذلك الصدد. إن الحقائق هى الحقائق.

منذ القرن الرابع عشر حتى عصرنا هذا: تم رسم خرائط بحرية للبحر المتوسط، وتلك هى الخرائط الملاحية المعروفة بالبورتولان والتى تشير لمواقع الموانىء والخطوط الكنتورية للشواطئ (كتاب predrag Matvejevitch، Brevioire mediterraneen باريس، فايار fayard، 1992، ترجمة عند الكرواتية، الطبقة الأصلية زغرب،١٩٨٧، ١٩٨٧).

- فى القرن السادس عشر: ابتكر العالم الفلمنكى جيرهارد كريمر ميركاتور Gerhard Kermer Mercator عدة أنظمة للإسقاط حيث تم تمثيل خطوط الطول بخطوط مستقيمة متوازية ومتساوية المسافات، كما تـم تمثيـل درجـات خطـوط العرض بخطوط مستقيمة متوازية متعامدة.

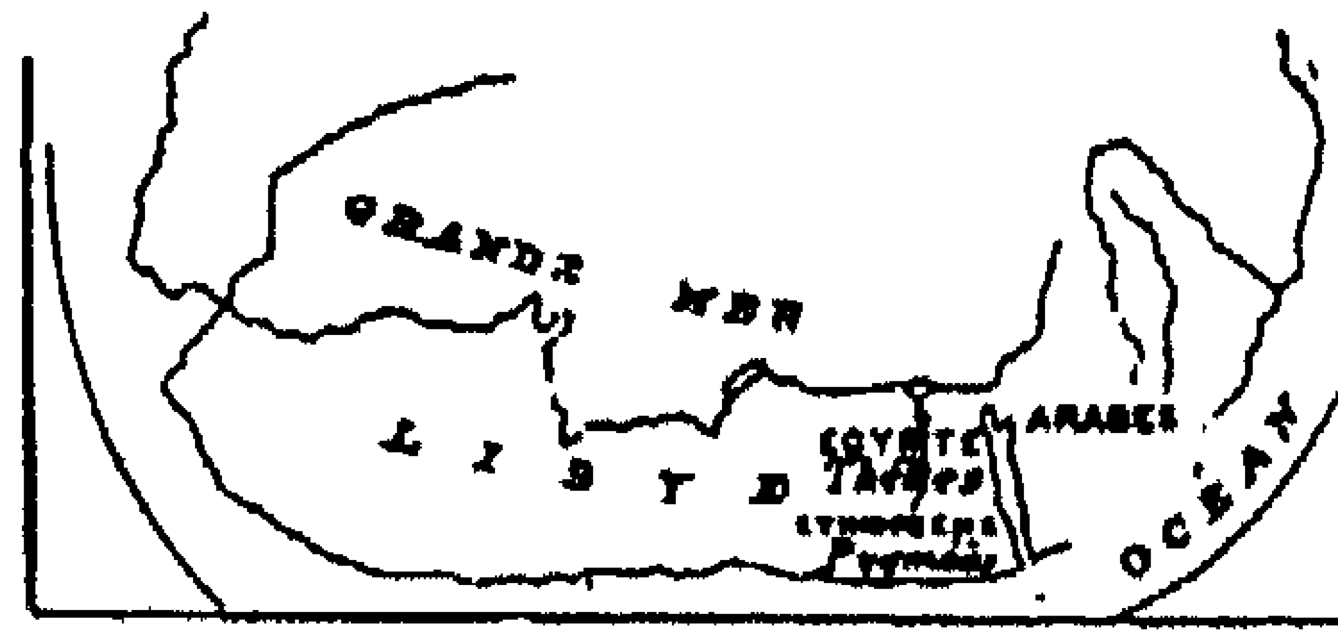
- وفى أيامنا هذه: تستخدم الخرائط الطبوغرافية الملونة، وكذا التقاط الصور الجوية، استخدام المعلوماتية والكومبيوترات والاستكشاف عن بعد بواسطة الأقمار الصناعية (لاندسات landsat) على سبيل المثـال، وأيـضا اسـتخدام التـصوير المسامى الضوئى photogrammétrie... إلخ.

وينسب إلى أناكسيماندر Anaximandre (٦١٠ – ٥٤٧ ق.م) وضـع أول خريطة يونانية، وكان تلميذا لطاليس Thalès، مشغولا بالهندسة وتأمل العالم فـى آن واحد: ولقد كانت الأرض التى كان يمثلها الفيلسوف على الخريطة تشبه قطعـة من عامود (ذات شكل إسطوانى)، وطرفين مسطحين مستويين دائريين. إلا أن تلك الخريطة الابتدائية لم تتحقق على أرض الواقع: "وبالنـسبة لخريطـة أكـسيكاندر، فنحن لا نكاد نعرف فيها شيئا فى النهاية" (كريستيان جاكوب Cheistian Jacob، inscrire la terre habitué Reflexion sur la fonction des cartes en Grece ancienne geographiques sur un tablette (كريستيان جاكوب رسم الأرض المعتادة، انطباعات عن وظيفة الخرائط الجغرافية على اللـوح فـى اليونان القديمة) ص ٢٧٣ – ٣٠٤ فى المـؤلف الـجمعى تحـت إشـراف مادرسيل ديتين Marcel Detienne، معـارف الـكتابة فى اليـونان الـقديمة les savoires de lecriture en grèce ancienne مطابع الجامعة.

- ليل lille، ١٩٨٨، للاستشهاد، (انظر ص ٢٨٣).

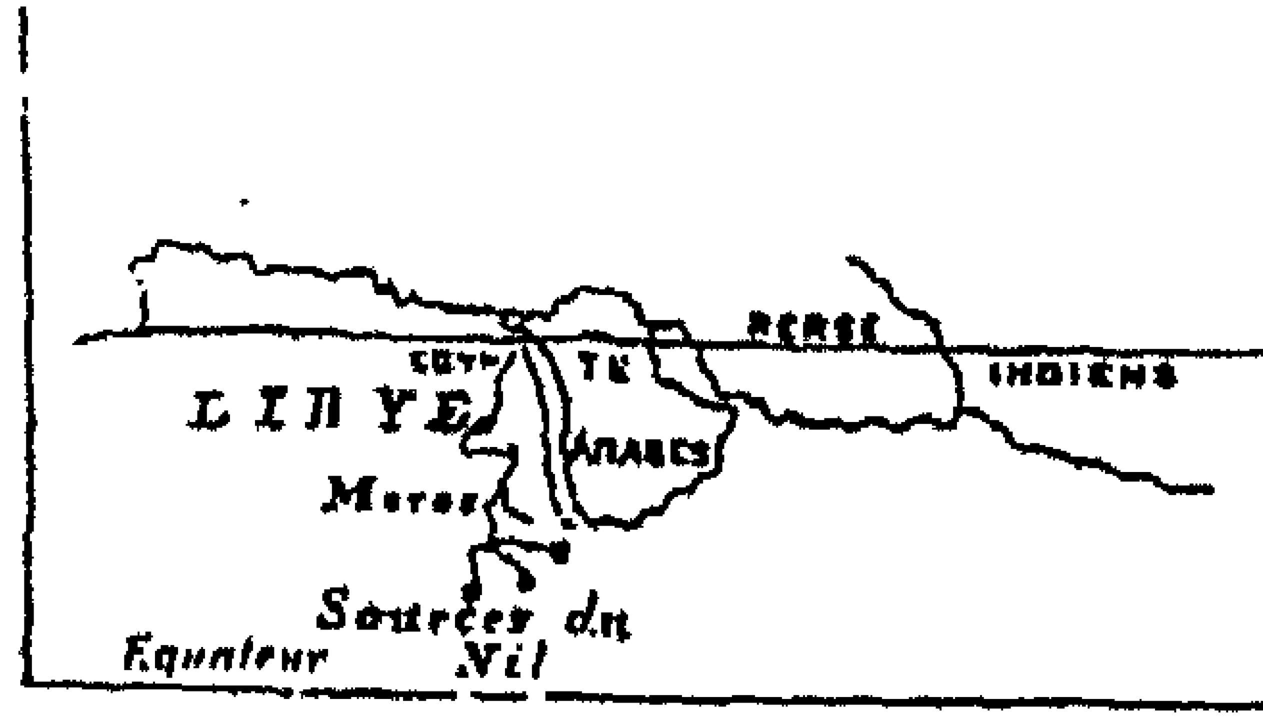


شكل رقم ١٨٠: جغرافية هوميروس. خريطة أفريقيا فى عالم هـــوميروس la monde d'homère. خريطة نصف الكرة plamsphère الهومريـــة، حيــث كان النهر المحيط يحدد، ويمثل الأرض وكأنها قرص. وقد رُسم النيل حتى سلسلة عظيمة من الجبال كان يعيش بها الأقزام pygmées!!



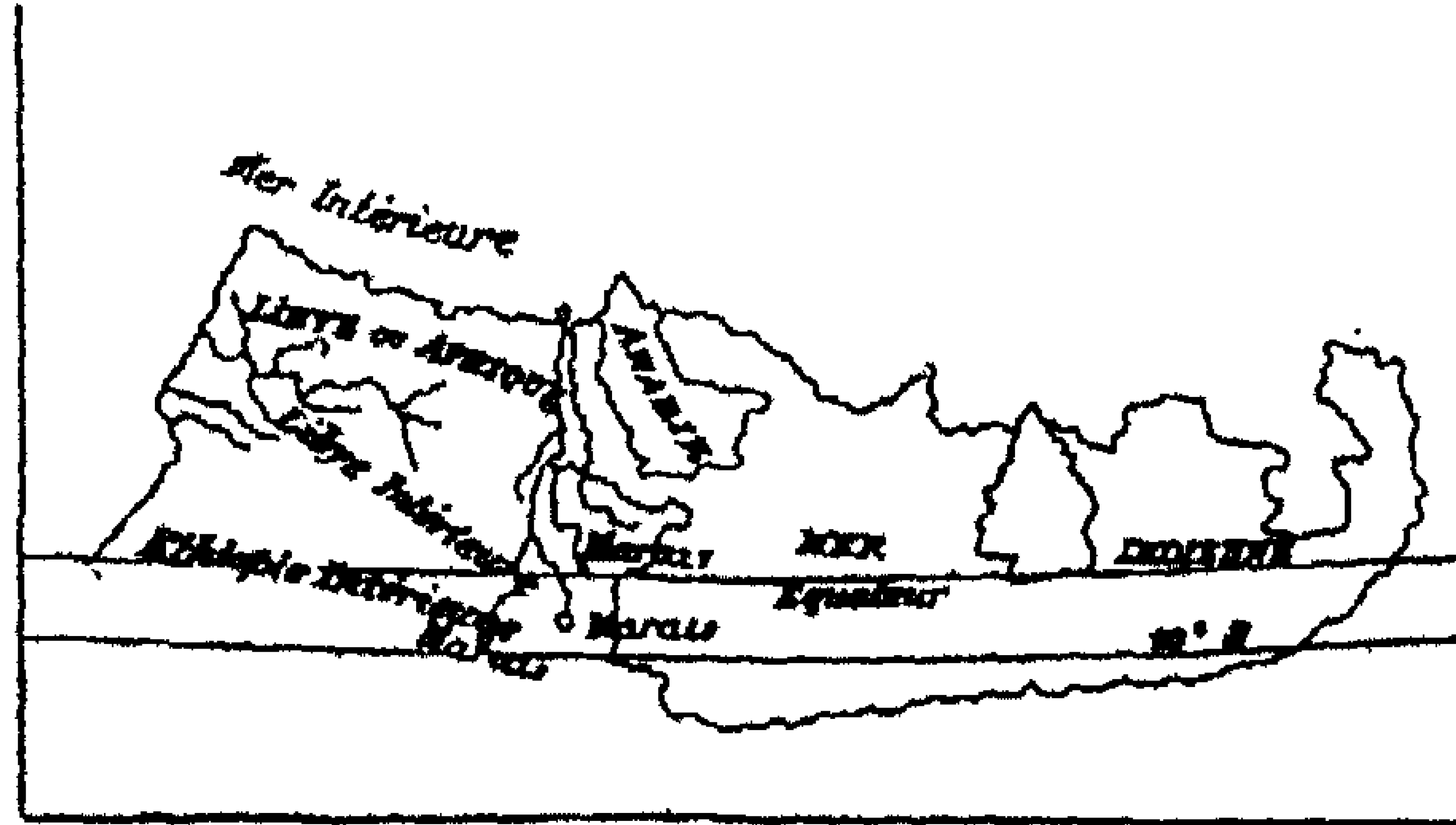
خريطة هيكاتيس الميلاوى hécalée de millet عام ٥٠٠ق.م.

لقد زار الرحالة والمؤرخ والجغرافى اليونانى الشهير فى القــرن الــسادس ق.م مصر. وطبقا لما رواه أن النهر المصرى العظيم ينبع من الطرف الجنــوبى meridionale لأفريقيا، فى بلاد "الأقزام".



النيل ومنابعه بمعرفة هيباركوس Hipparque، عام ١٠٠ ق. م.

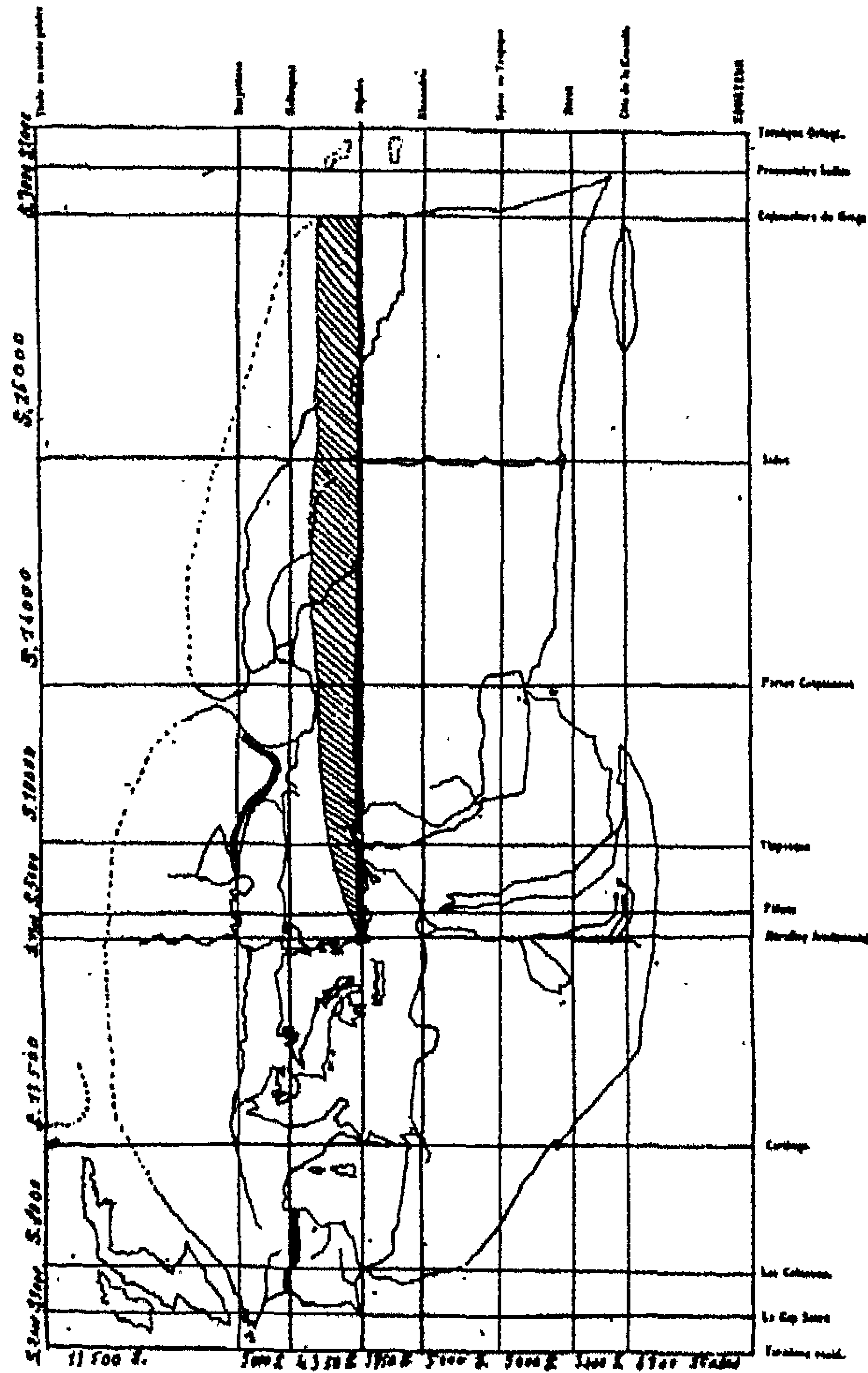
كان هيباركوس Hipparque دون منازع أعظم فلكى فى اليونان القديمة. ولقد ولد فى نيسه Nicée بمنطقة بيثينيا Bithynie (القرن الثانى ق.م). وقد أشار هيباركوس إلى الثلاث بحيرات واضحة تشكل منبع النيل شمال خط الاستواء.



خريطة بطليموس، عام ١٥٠ ق.م.

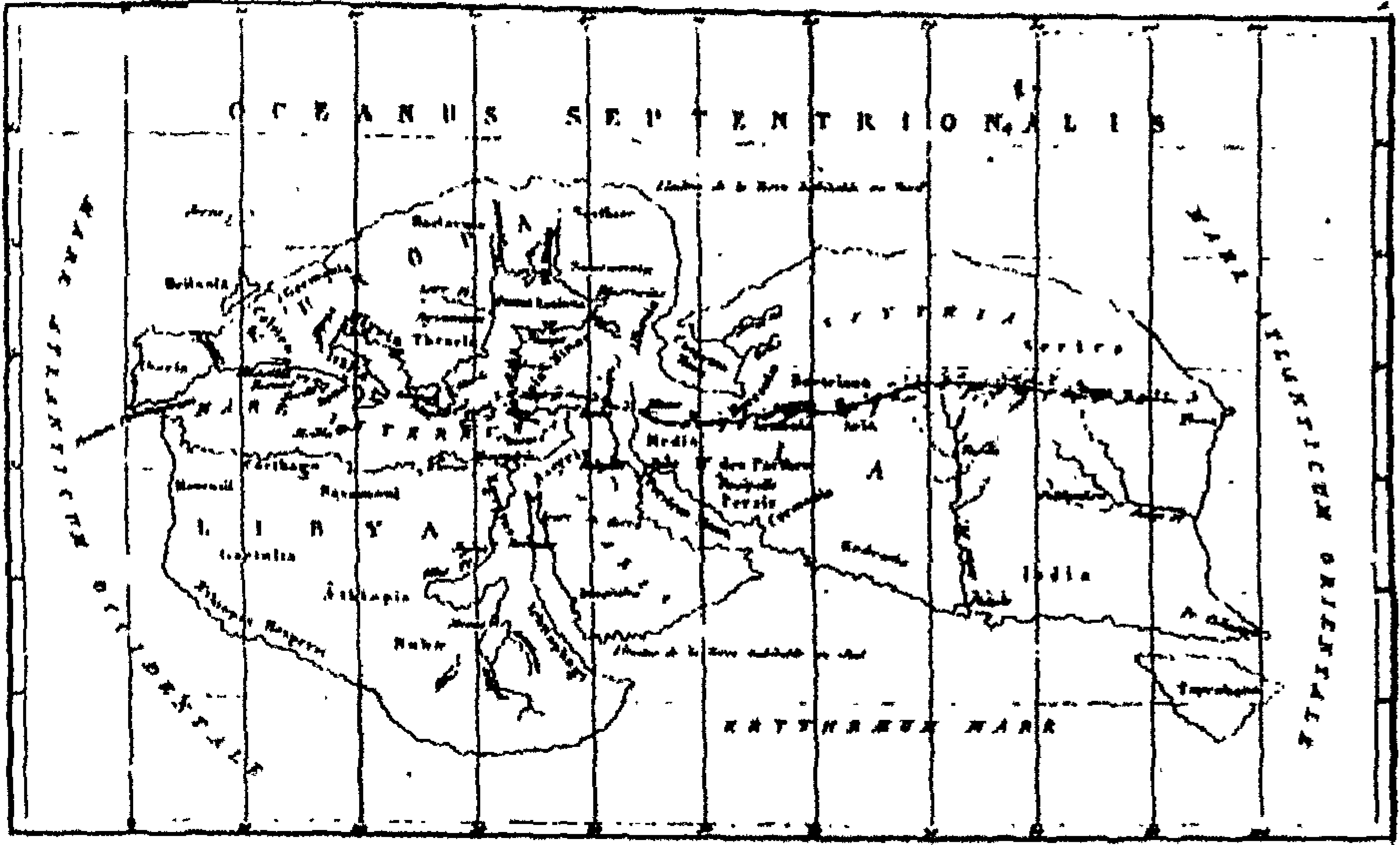
كلود بطليموس، فلكى يونانى ولد فى مدينة بطوليماس Ptolémais فى صعيد مصر، فى القرن الثانى الميلادى. وقد قاده حدس علمى إلى تتبع منابع النيل جنوب خط الاستواء. وكان كتابه المعروف بالجغرافيا Géographie مرجعا موثوقا به طول العصور الوسطى فى أوروبا.

شكل ١٨١: خرائط هيكاتيوس، هيباركوس، وبطليموس.



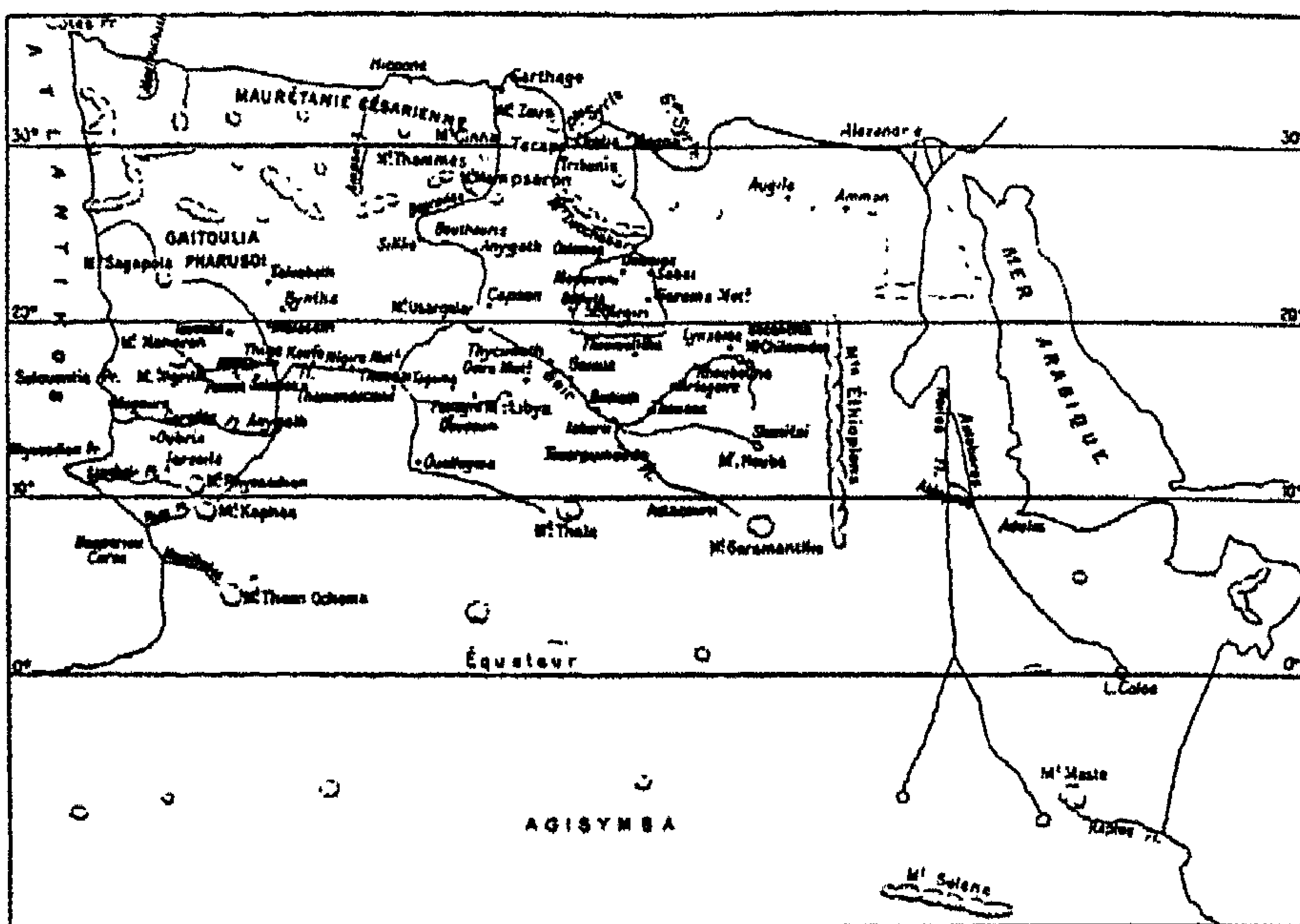
شكل ١٨٢ :التصويب التقليدى لخريطة إراتوستين Erastothene (عن ش. موللر ch. Muller).

كان إراتوستين رياضيا وفلكيا وفيلسوفا يونانيا من مدرسة الإسكندرية، وقد ولد فى سيرين Cyréne (ليبيا) حوالى ٢٨٤ وتوفى حوالى ١٩٢ ق.م، ولقد كان من المستحيل تحديد خط الطول بأساليب علمية فى عصر إراتوستين la geographie d´Eratisthène، فرساى، ش باربيه ch Barbier، ١٩٢١.



شكل ١٨٣: جغرافية سترابون strabon

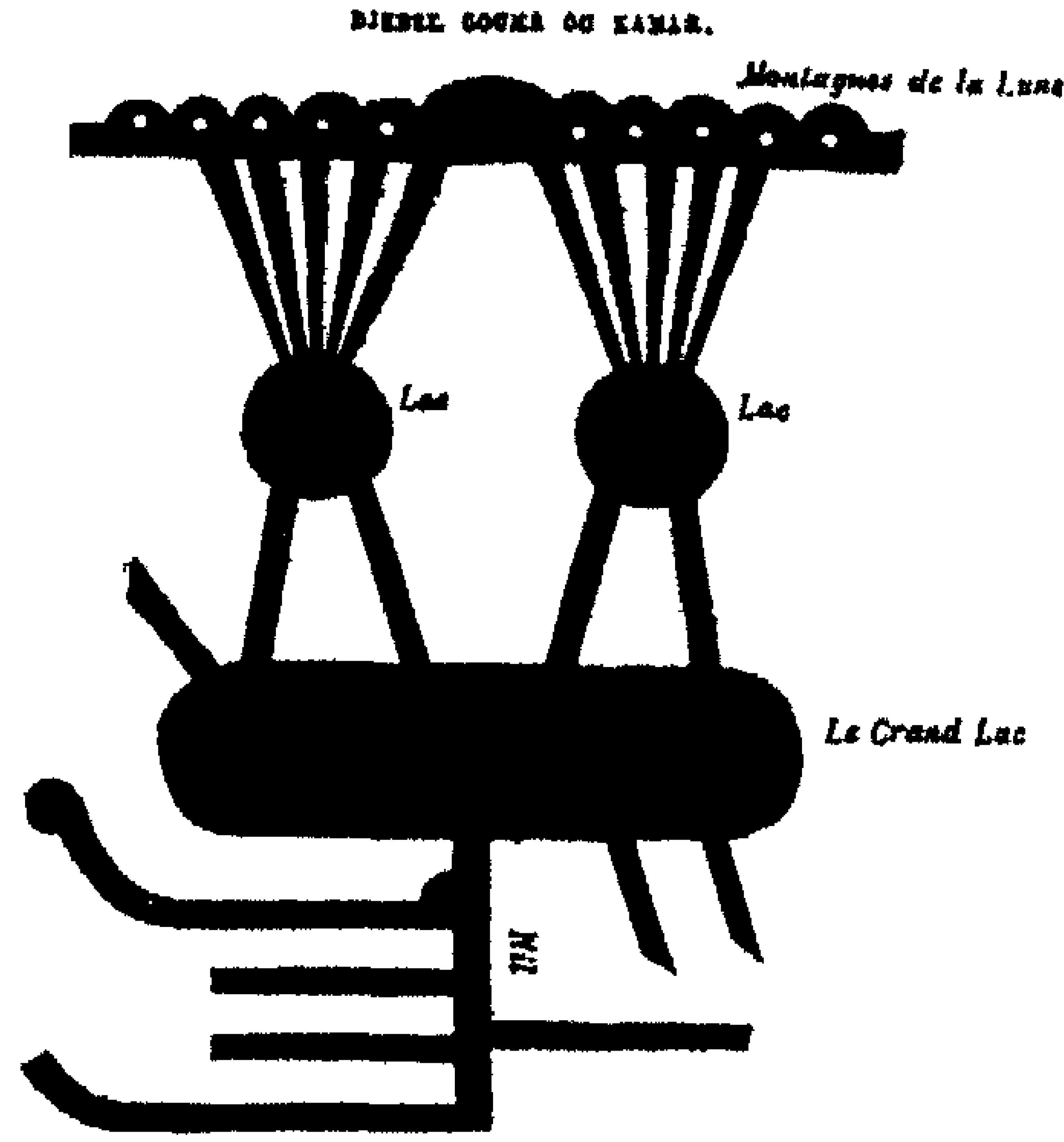
كان سترابون جغرافيًا يونانيًا، ولد فى أماسيه Amasee بمنطقة كابا دوتش (cappadoce) ما بين عامين ٥٨ ق.م – ٢٥ ميلادية). وقد كان إراتوستين يؤكد فى ذلك الوقت أنه لم يكن اتساع المحيط الأطلنطى يشكل عقبة، فمن الممكن الإبحار غربا من أسبانيا حتى الهند أما سترابون فكان يبدى اعتراضه قائلا "إن هناك منطقة أو عدة مناطق مسكونة تحتل المساحة المعتدلة وعبرها يمكن إتمام الإبحار". وقد شرع كريستوف كولومبوس فى رحلة، بعد ذلك بسبعة عشر قرنا. بدءا من أسبانيا ليبحر إلى الغرب حتى الهند، كما أراد إراتوستين، وقد قابل فى طريقه المناطق المسكونة الجديدة التى تنبأ بها سترابون: الهند الجديدة.



شكل ١٨٤: أفريقيا- خريطة بطليموس.

أفــريقيا كما وصفها بطليمـــوس: انظـــــر جوستـــــاف دى ســاجازان Gustave de Sagazan، أفريقيا من الداخل طبقا لوصف بطليمـــوس Afrique Interieure decrite par Ptolemee فى الحوليـــات الجغرافيـــة " annals de Geographie" (باريس)، رقم ٣١٩، السنة ٦٠، مارس- أبريل١٩٥١، ص ١١٠- ١٥٦. رحلات فيزان Fezzan، رحلات عبـــر الـــصحراء، رحـــلات الـــسنغال والسودان (السنغال- النيجر).

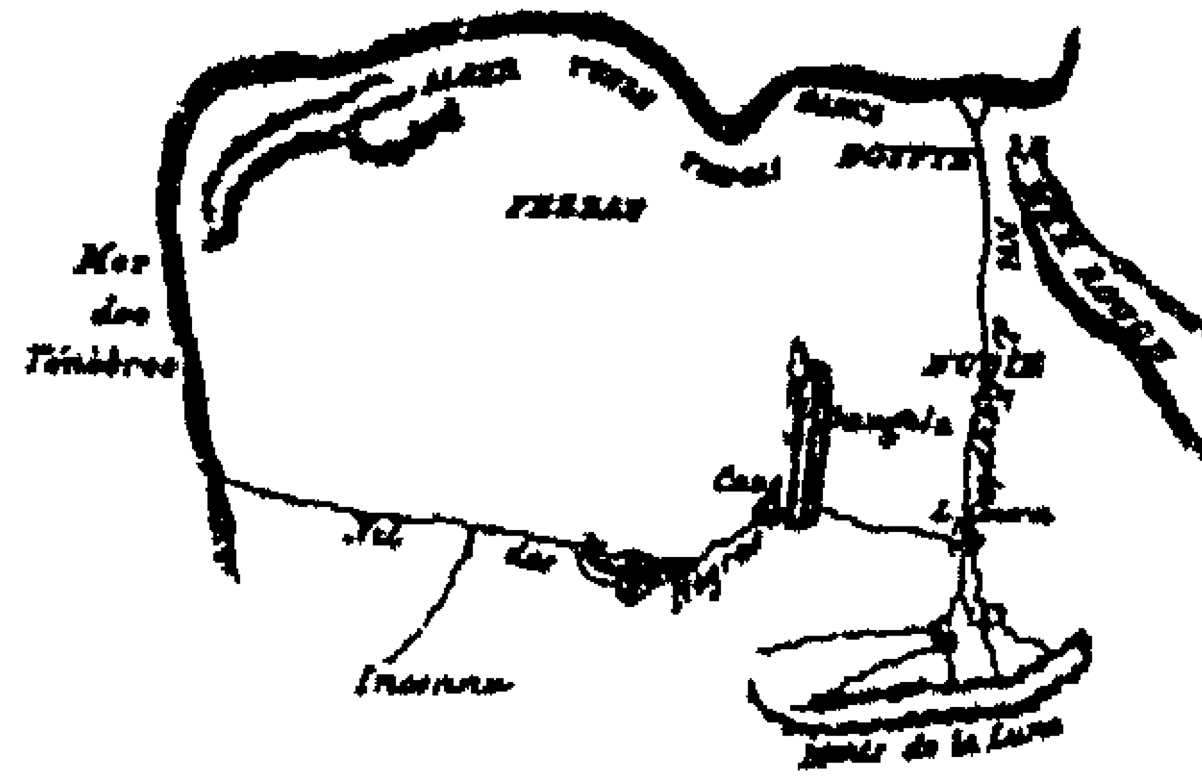
مراجع قيمة لتاريخ الصحراء.



شكل ١٨٥: جبل القمر. المسعودى، القرن الحادى عشر.

ولد المسعودى (أبو الحسن على بن حسين) فى بغداد، وتوفى فى مصر عام ٩٥٥ ميلادية. وهو مؤرخ عربى كبير. قام برحلات عديدة إلى فارس، الهند، جزيرة سيلان (سيريلانكا)، مدغشقر، والجزيرة العربية، وبحر قزوين، سوريا، فلسطين، مصر، والسودان. وقد وضع ٢٣ كتابا تقريبا منها اثنان يقعان فى ٢٠-٣٠ جزءا. وقد اشتهر بمؤلفه مروج الذهب Les prairies d'or. وبالنسبة لمنابع النيل كتب المسعودى: "... لقد رأيت فى أحد كتب الجغرافيا خريطة يخرج فيها النيل من جبل القمر (Djebel Koumr). حيث تتدفق المياه من عشر نافورات لتنساب إلى بحيرتين تشبهان مستنقعى باصورة Bassora(*). وبعد أن يتركاها، يتحدان ثانية للنزول وعبور مناطق رملية وجبلية وهى أجزاء من السودان المجاورة لبلاد الزنج (زنزبار Zenzibar)".

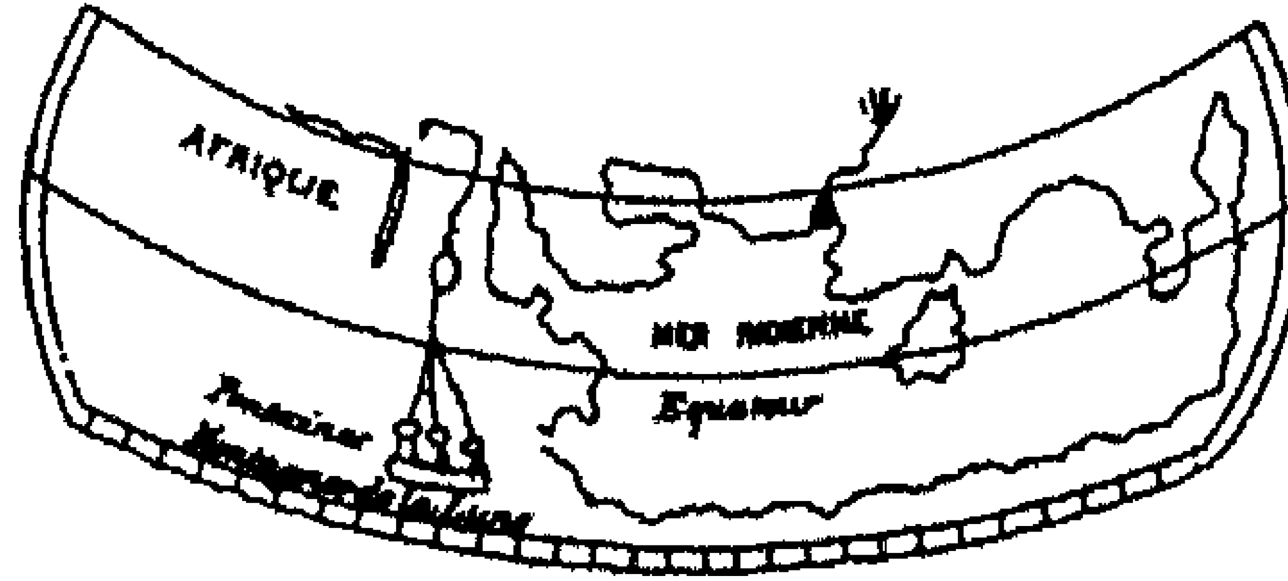
(*) عاصمة إقليم البصرة بالعراق - المترجم.



خريطه الإدريسى، عام ١١٤٥ ميلاديه.

الإدريسى Al-Edrisi (أو الإدريسى Al- Idrisi) جغرافى عربى، ولد فى كيوتا Cueta(*)، توفى فيما بين الأعوام ١١٦٥، ١١٩٦ وقد عاش فى بلاط مدينة صقلية.

وفى خريطة الإدريسى، تظهر جبال القمر. فى مكان، على بضع درجـات جنوبا من خط الاستواء. وتصب بحيرتا الجزء الأعظم من مياهها فى بحيرة ثالثة، حيث يخرج منها مباشرة النيل ليسرى إلى الشمال نحو مصر:



خريطة لآلئ الحكمة(**) Maragrita Philosophica ١٥٠٣ ميلادية.

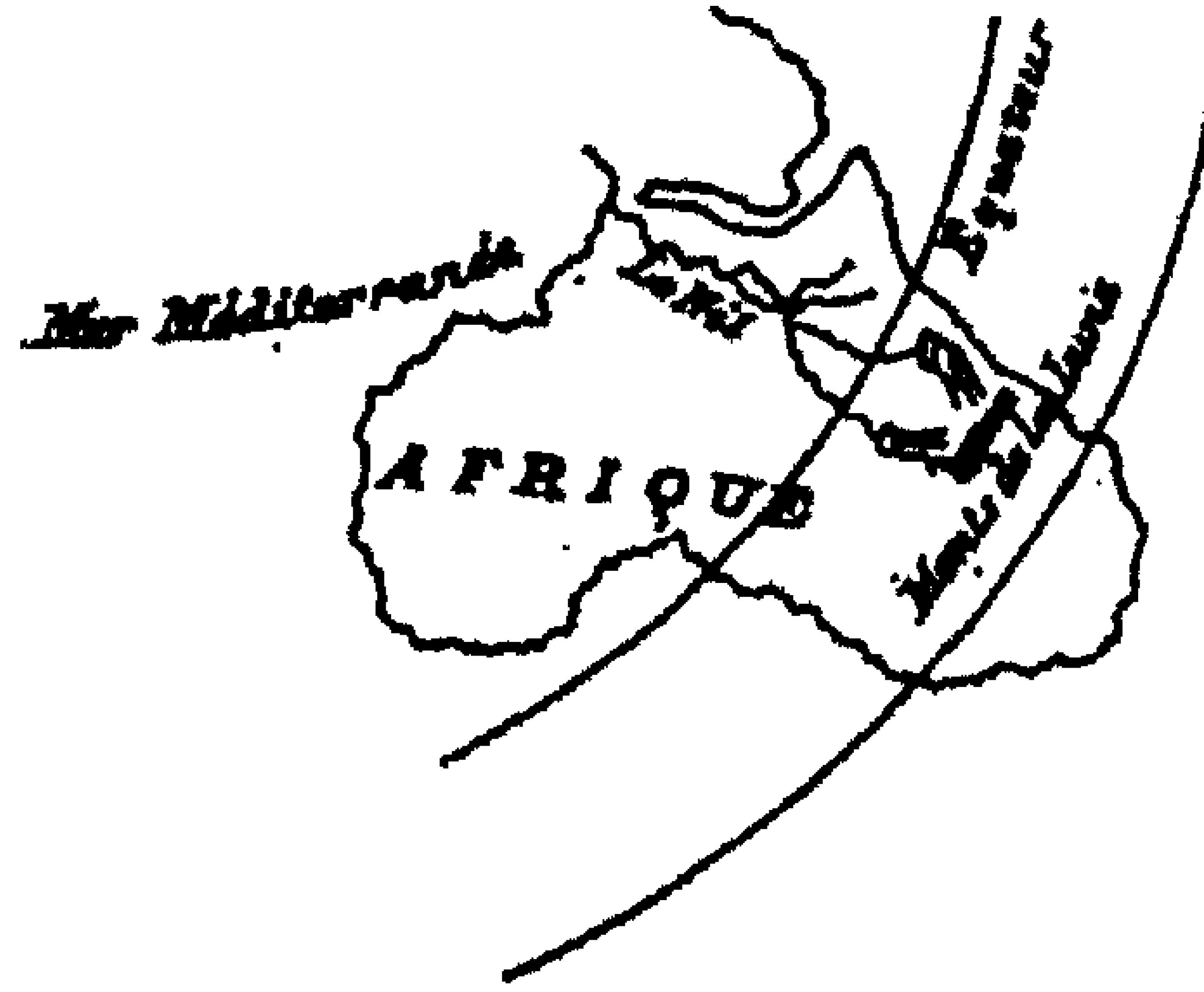
يخرج النيل من نافورات فى شمال جبال القمر.

شكل ١٨٦ خرائط أفريقيا

(الإدريسى وكتاب لآلئ الحكمة Margarita Philosophica)

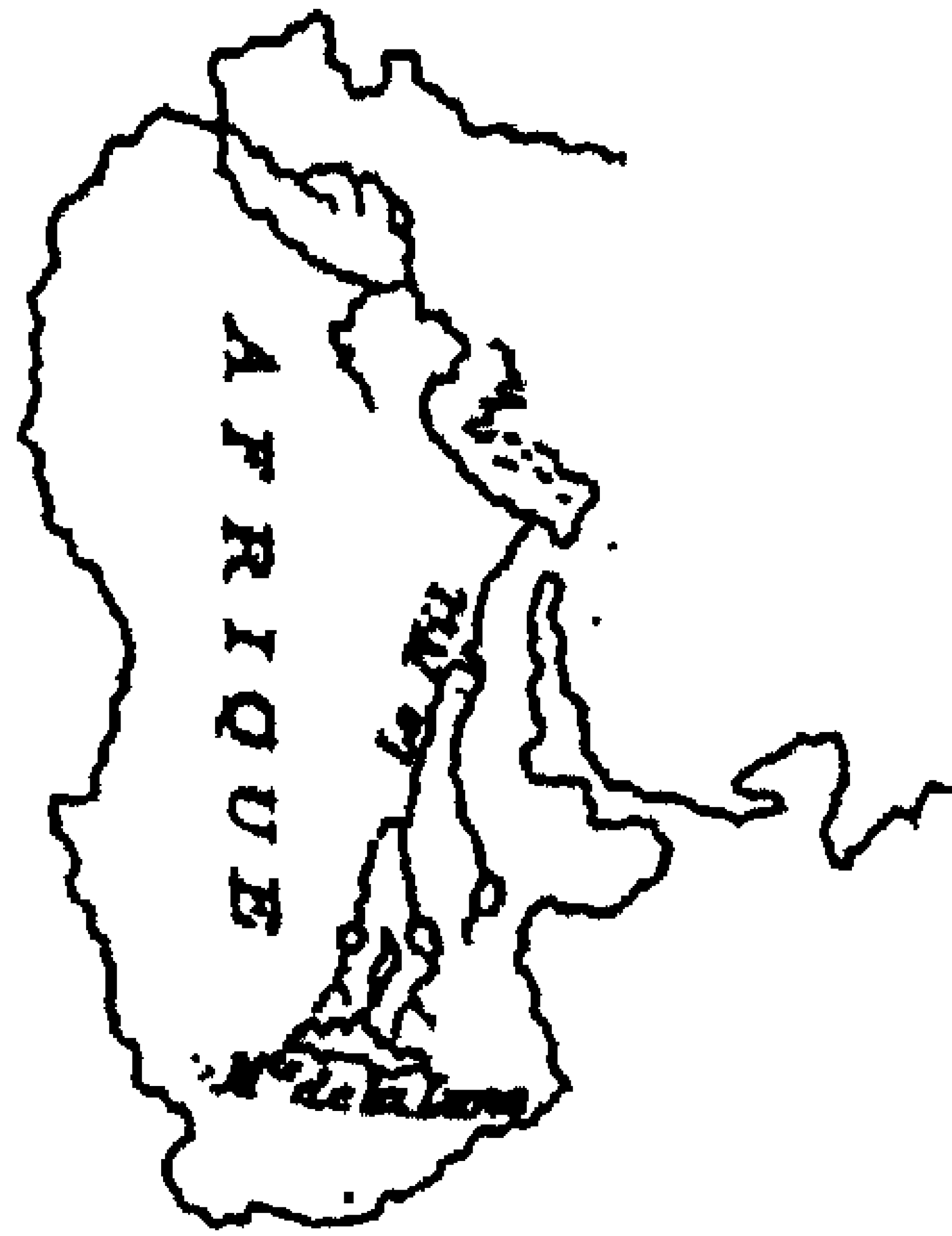
(*) على الشاطئ الأفريقى جبل طارق – مستعمرة أسبانية – المترجم.

(**) كتاب باللغة اللاتينية. وضعه عام (١٤٨٩-١٤٩٥) ، "ولم ينشره إلا عام ١٥٠٣ الراهـب الألمـانى جريجوريوس رايش Gregorius Reisch" (١٤٦٧-١٥٢٥) ولقى انتشارا كبيرا ، وكان يدرس فى الجامعات كدائرة معارف شاملة – المترجم.



خريطة جون روش John Ruysch ١٥٠٨ ميلادية.

رصدت جبال القمر فوق خط الاستواء بقليل ولم يبق سوى بحيرتين جنوب خط الاستواء. ويخرج النيل من البحيرة الثالثة شمال خط الاستواء.



خريطة سيلفانوس Sylvannus ، ١٥١١ ميلادية.

هنا يرى الخط الكفافى لأفريقيا معدلاً، بحيث تقترب البحيرات الأفريقية الثلاثة من بعضها البعض (البحيرات الأفريقية الكبرى). وفيما بين اثنتين من تلك البحيرات، تبدأ جبال القمر فى الارتفاع والامتداد.

شكل ١٨٧ خريطة أفريقيا التى وصفها روس، وسيلفانوس.

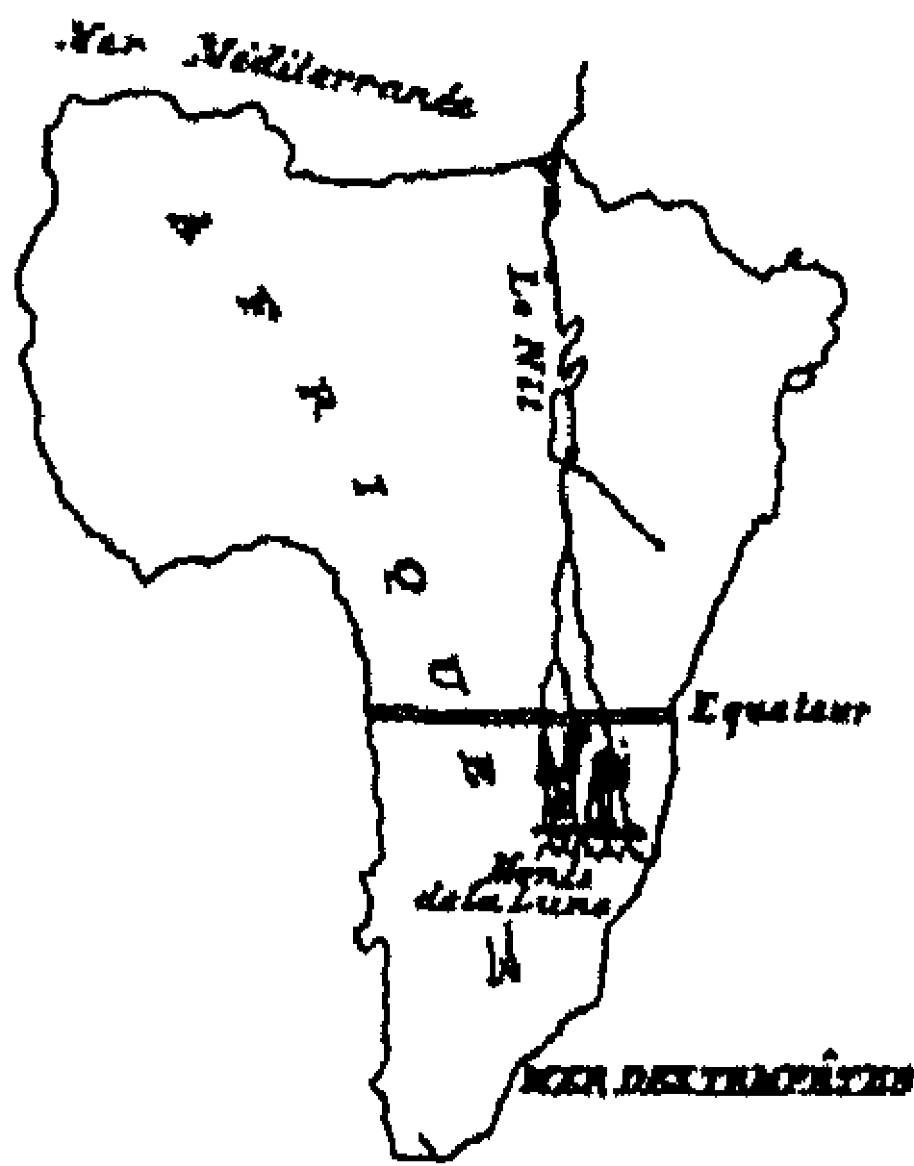


خريطة فيرازونو[*] Verrazono عام ٥٢٩ ميلادى.

هنا يبدو شكل أفريقيا لافتا للنظر. وهناك بحيرتان شمال جبال القمر، وثالثة فوقهما إلى الشمال أيضا. ويبدو النيل ومنابعه فى تلك البحيرات الثلاث.

خريطة سباستيان كابوت[**] Sebastian Cabot

القرن السادس عشر

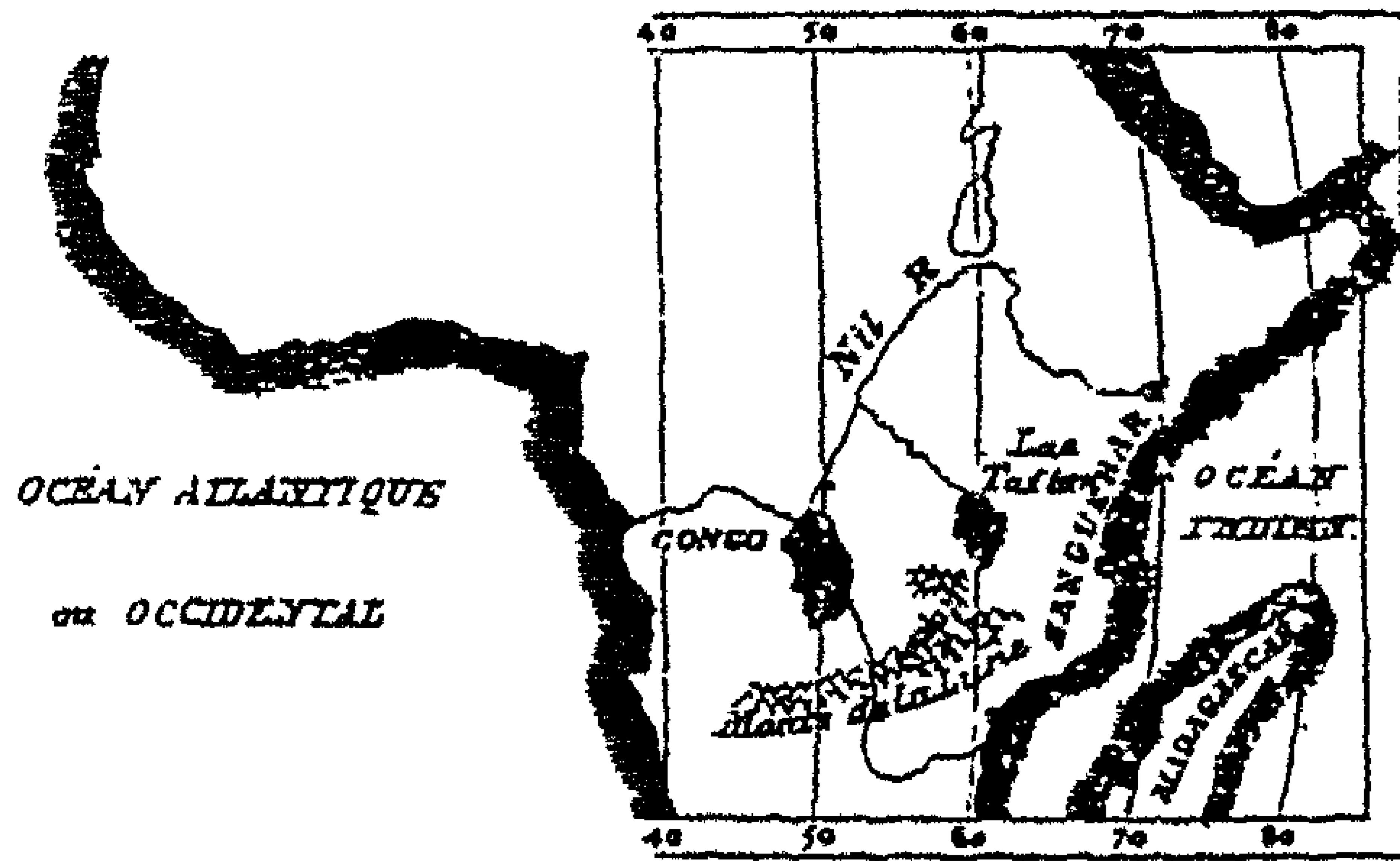


شارك سباستيان كابوت (١٤٧٦-١٥٥٧) فى رحلات والده الملاح الفينيسى جين كابوت Jean Cabot (١٤٥٠-١٤٩٨) وهو من مدينة جنوا فى الأصل. وفى عام ١٥٢٦ دخل سباستيان كابوت فى خدمة أسبانيا، حيث تعرف إلى ملك لابلاتا La Plata. وفى تلك الخريطة تتواجد البحيرات الأفريقية الثلاث على خط واحد، وتتجمع جبال القمر جنوب خط الاستواء، عند كل منبع من منابع المياه لتصب فى النيل.

شكل ١٨٨ خرائط فيرازونو وكابوت

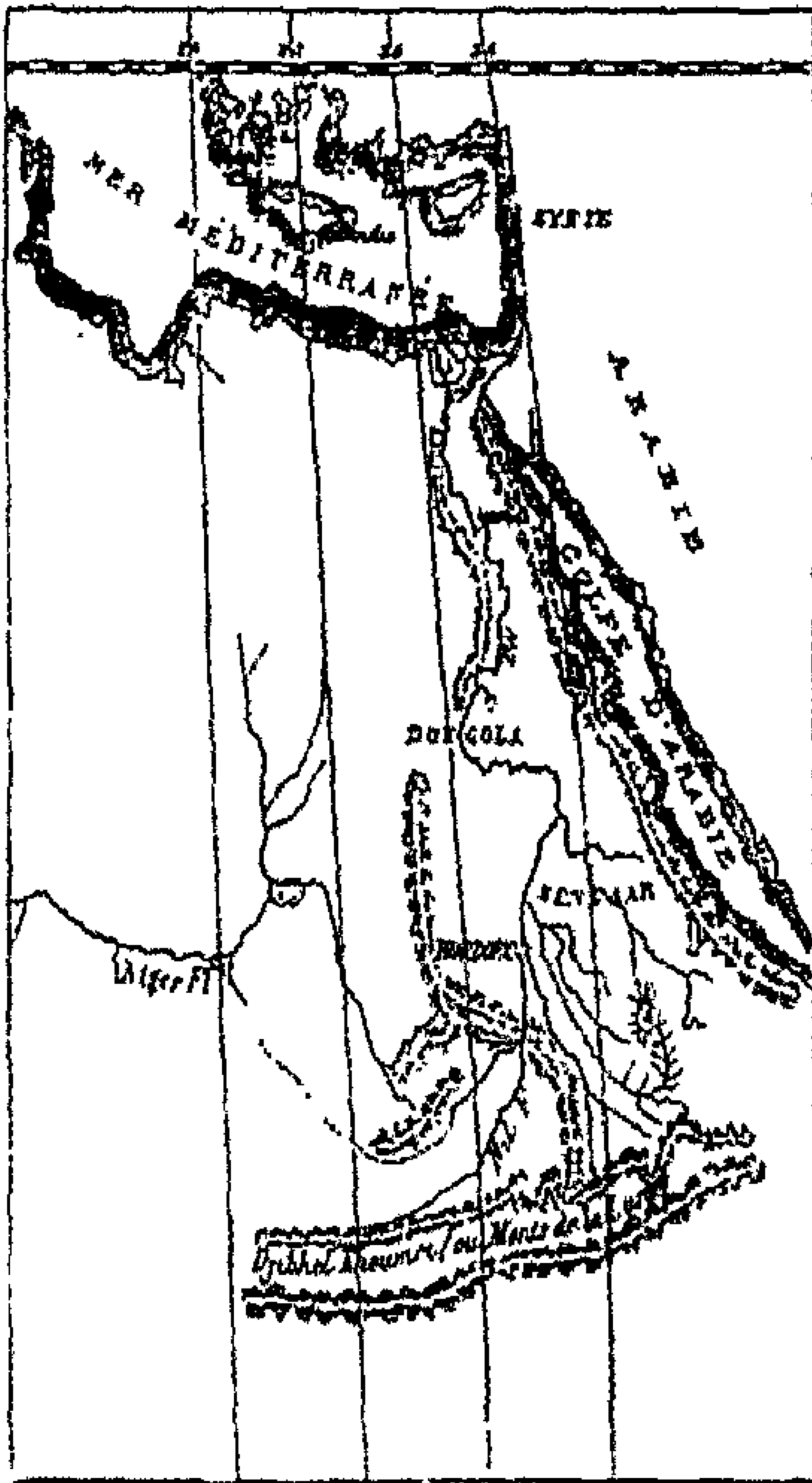
(*) جيوفانى دى فيرازوانو Giovanni di Verrazzano (الهجاء الصحيح). مكتشف وبحار فلورنسى. كان يبحر تحت العلم الفرنسى. ولد فى توسكانيا ١٨٨٥ وتوفى ١٥٢٨ فى جزر الأنتيل الصغرى Lesser Antille – أول من طاف بالساحل الشرقى لأمريكا الشمالية – المترجم.

(**) الاسم الأصلى سباستيانو كابوتو Sebastiano Caboto (١٤٨٤ – ١٥٥٧) مكتشف إيطالى – ربما ولد فى فينيسيا، عمل كمصمم خرائط للملك هنرى الثامن. قام برحلات إلى أمريكا الشمالية ومحاولات للدوران حول العالم – المترجم.



شـــكل ١٨٩: خريطة أفريقيا (عن كتاب جغرافيات القرن الـــسادس عـــشر والسابع عشر).

تخرج أنهار الكونغو، زامبيزى، والنيل من بحيرات موجودة فى قلب القارة، شمال جبال القمر.



شكل ١٩٠: خريطة كونستابل، إيديمبرج Constable Edimburg ١٨١٩تلك الخريطة الخاصة بكونستابل (وهو غير مصور المناظر الخلوية الإنجليزى الشهير جـــون كونـــستابل) تشير إلى تراجع فى المعلومات: فقد تم محـــو عناصر كثيرة، حيث تمتد جبال القمر فيما بين ٥، ١٠ درجات شمالا من خط الاســـتواء كمـــا تمتد من خط طول ٢٠° عند خليج عدن. وبذا لم تدخل تلك الخريطة فى حسابها معلومـــات تـــم اكتسابها حول أفريقيا منذ عـــصر هـــوميروس حتى القرن ١٧.

الملاحق

ملحق ١: اشتقاق المصطلح "رياضيات" الرياضيات المثالية لمصر الفرعونية.

ملحق ٢: طاليس والعلم المصرى: شهادات قديمة.

ملحق ٣: الأعداد المصرية القديمة من واقع برديات الرياضيات. المصادر الرئيسية للرياضيات المصرية.

ملحق ٤: الهندسة الخاصة بالجمجمة عند قدماء المصريين وشعوب المانجبيتو Mangbetu فى زائير. الهندسة والأنثروبولوجيا الطبيعية للجمجمة (قياس الجمجمة).

ملحق ٥: الابتكارات الهندسية فى مصر القديمة.

ملحق١

اشتقاق المصطلح (رياضيات)

الرياضيات المثالية لمصر الفرعونية

١- الفعل μανθανω . يعنى الفعل اليونانى μανθάνω manthano يتعلم apprendre وتعطى الفروق الدقيقة فى النصوص الأقدم المعانى الأخرى التالية: يتعلم عمليا، يتعلم من خلال التجربة، ويتعلم للاطلاع، ويتعلم للعمل. كما يوجد أيضا معنى قريب للفظ يفهم comprendre.

٢- اسم الفعل μαθημα ، mathema يعنى: الذى يتعلم كل المعارف التى يحصلها المرء عن طريق التعلم والتربية هى τὰ μαθηματα, ta mathemata، Les mathemata ، الرياضيات Les mathematiques.

حيث يشار باسم الفاعل μαθητης matheles والذى يعنى تلميذ ، أو مريد disciple، وخاصة تلاميذ الفلسفة.

٣- Les mathemata "الرياضيات" ، بمعنى كل أنواع المعرفة المكتسبة عن طريق التعليم أو التجربة العملية من قبل معلم ، وبذا فهى تعارض المعارف البلاغية Rhetorique والشعرية Poesie، والتى يمكن للمرء أن يكتسبها دون معلم بالضرورة.

والرياضيات لا يمكن تعلمها دون أن يكتسب المرء فى البداية تعليما مناسبا ويجب أن نفهم أن كلمة "رياضيات" إنما تعنى فى نطاق التعليم اليونانى، مجموعة العلوم التى يدرسها المرء فى المدرسة كى يصير رجلا حرا، مواطنا صالحا.

وعلى درجة الدقة ، فقد كان أفلاطون هو الذى نادى ب τρία μαθήματα، ، الرياضيات الثلاثية tria mathemata، ثلاثة موضوعات للدراسة تناسب الرجـال الذين ولدوا أحرارا للمعرفة: الحساب، علم القياسات (الهندسة)، والفلك.

وبذا يمكن قراءة نص أفلاطون فى ترجمـة مجموعـة "بلايـاد Pleiade" (كوكبة الثريا)(*) على النحو التالى: "... والآن لا يتبقى للرجال الأحـرار سـوى ثلاث موضوعات للدراسة على وجه الدقة، وهى: الحساب وهو يختص بالأعـداد، قياس الأطوال، والمساحات، والأحجام، وبذا يكون مساعدا للأول، أما الثالث فهـو دراسة حركة النجوم ودورانها الواحد بالنسبة للآخرين، وفى علاقتهـا بالـسرعة الطبيعية لحركتها...." (أفلاطون القوانين VII,817e).

ها هى الدراسات الأساسية: الحـساب، والهندسـة، والفلـك التـى تـشكل الرياضيات.

ويضيف الرباعى Le quadrivium الذى عرفه الفيثاغورثيون "الموسيقى" بكل وضوح، وهكذا سيكون على المرء أن يـدرس الأنظمـة التاليـة: الهندسـة، الحساب، الفلك الموسيقى.

وفى موسـوعة لاروس نجـد التعريـف التـالى لمـصطلح رياضـيات mathematique: "... علم يدرس الكميات، ومقارنتها، وقياساتها...."

وهذا المفهوم لم يكن له أى أثر عنـد الإغريـق القـدماء. فعنـدهم كانـت الرياضيات هى كل موضوعات المعرفة التى يمكن اكتسابها من المعلمين الأكفـاء. كما كان اللاهوت Theologie عبارة عن معرفة رياضية عند أفلاطـون. ولكـى يتم الإقناع بذلك، لا عليك سوى إعادة قراءة كتاب الجمهوريـة La Republique (VI,505a): ليس هناك ما هو أهـم كموضوع للدراسة مـن طبيـعة الخيـر L'idee de Bien. ولذا فالرياضيات ذات ضرورة إلهية.

(*) مجموعة من الشعراء (سبعة) حول الشاعر الفرنسى بييـر رونـسار Pierre de Ronsard– القـرن ١٥، ١٦ – المترجم.

وفى الواقع، فإن قواميسنا الحديثة لم تشر إلا إلى ما هى الرياضيات دونما أى قدرة على إعطاء تعريف حقيقى، لأن الإغريق أنفسهم لم يكن لديهم سوى مفهوم يدور حول أن كل الموضوعات، غير البلاغة والشعر، لها علاقة بالرياضيات.

٤- التعريف المصرى للرياضيات من بين جميع شعوب العالم القديم: شعوب بلاد ما بين النهرين، الحيثيين، الكريتيين، الإيجيين، الفينيقيين، الفرس، اليونانيين، والقبائل البدو فى وسط أوروبا scythe...إلخ.

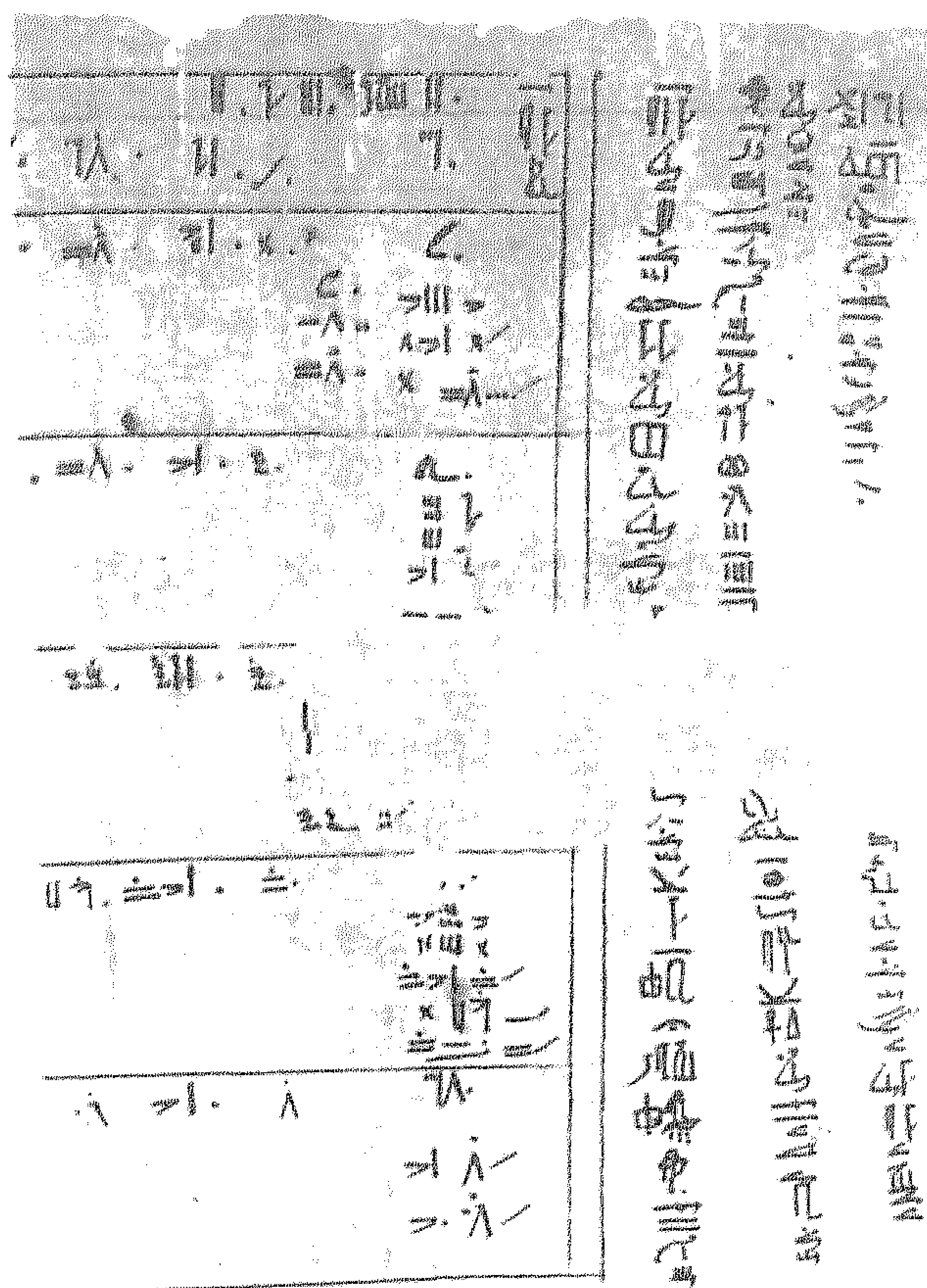
كان المصريون القدماء هم الشعب الوحيد الذى وضع تعريفا مكتوبا وواضحا ودقيقا للرياضيات.

وكلمة يعرفDefinir معناها إيضاح الخصائص والمميزات الأساسية لشئ ما أو موضوع، فى أسلوب دقيق ومختصر.

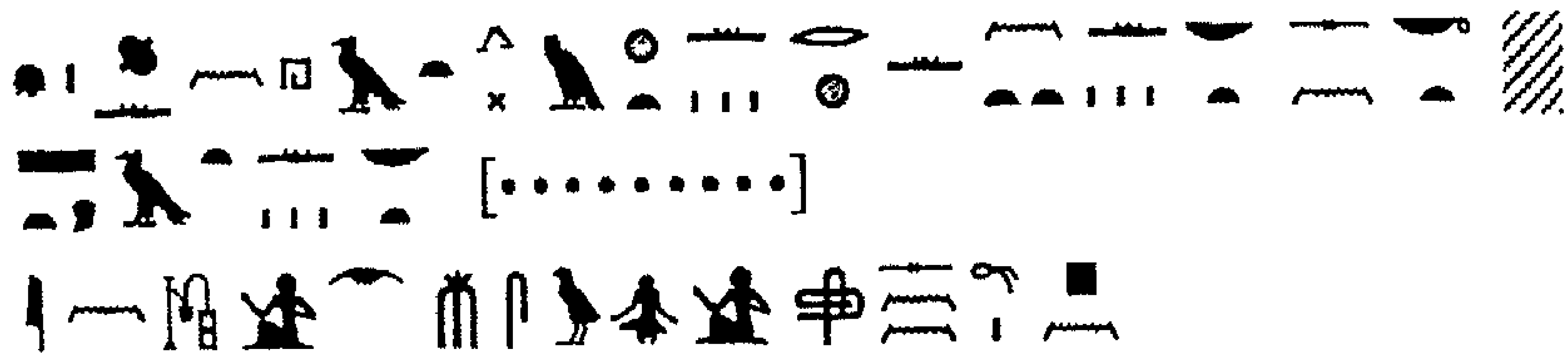
والتعريف هو عرض وإيضاح تلك الصفات والتعريف الممتاز ينبغى أن يكون دقيقا، بمعنى أنه لا يستخدم إلا للشىء المراد تعريفه.

والنص المذكور فيما بعد مكتوب بالحبر الأحمر، وعنوانه بردية راند Papyrus Rhind (حوالى عام ١٦٥٠ ق.م). وهذا العنوان يتضمن التعريف، والمفهوم المصرى للرياضيات. وهو يتوافق تماما مع القراءة. ولا يمكن للنفوس الساذجة وذات النيات السيئة أن تدرك ذلك الوضوح الهائل والدقة المتناهية لذلك النص الذى توافق مع المقتضيات العلمية الأكيدة..!! الواقع، أن وضع عنوان على رأس كتاب هو شهادة بالطريقة والرؤية الفكرية والدقة، التى يقوم المرء بها بتفسير العمل أو الإنجاز المطلوب. فوضع عنوان لعمل هو مسألة منطق وانتباه، وتقييم نقدى. هذه إذن هى نفس سمات العنوان "بردية راند" (شكل ١٩١). حيث يشمل ذلك العنوان، أو على وجه أكثر دقة، يعرض الأفكار المصرية عن الرياضيات، أى حقل التأمل والوضوح، دون أى لبس أو إبهام، والذى سيتمخض عن صيغ

منطقية تمت معالجتها بما فيه الكفاية، بحيث تلائم المعرفة المتعمقة والحقيقية عن العالم. والنص مستنسخ بمعرفة الكاتب أحمس Ahmes ، حوالى ١٦٥٠ ق.م، من نص يرجع للدولة الوسطى (٢٠٤٠-١٧٨٥ ق.م). حيث نحن فى عصر الأسرة الثانية عشرة (شكل ١٩١).



شكل ١٩١: عنوان بردية راند (خط بالحبر الأحمر ، إلى اليمين) المتحف البريطانى n° 10058 , recto. وهذا النص الشهير، وقد كتب فى الأصل باللغة الهيراطيقية Hieratique ، تتم قراءته كالتالى باللغة الهيروغليفية.



التر جمة:

الطريقـــة الـــصحيحة (ت ب- ح س ت tp-hsb) للفحـــص (ن ح إ ت nh3t) فى (ة) الطبيعة (حت ht) لمعرفة (رح rh) كل ما هو كائن.

(ن ت ت ن ب ت ntt nbt)، كل سر (س ن ك ت ن ب ت snkt nbt)، كل الأسرار (س ت إ ت ن ب ت st3tnbt). [........].

بمعرفة الكاتب (إ ن س س inss) أحمـــس AHMES (إ ح – م س و Ih-Msw)، والذى قام بنسخ تلك النسخة (س ب ح ر س ن ن ب ن Sphr snn pn).

وغاية التعليق أن يكون هو الآخر واضحا مثل النص نفسه. ولذا فقد تخيـــل المصريون القدماء وابتكروا أسلوبا للمعرفة [hieroglyph] للحقيقة.

[hieroglyph] الكلية([hieroglyph] ن ت ت ن ب ت، نيتيـــت نيبيـــت ntt nbt netet nebet) وذلك بفضل طريقة حاكمة ودقيقـــة ([hieroglyph] ت ب – ح س ب ، ت إ ب – ح إ س إ ب tp-hsb,tep-heseb) فى البـــحث الــعلمـــى، والـــفحص ([hieroglyph] ن ح إ ت enhat): ذلك كان تعريف وإيضاح الرياضـــيات فـــى مصر القديمة، لأن بردية راند لم تكن أبدا وثيقة لاهوت أو تاريخ، بل وثيقة تعلـــيم للرياضيات. معرفة دقيقة، وعلمية، لكل الحقائق المرئية وغير المرئيـــة الظـــاهرة والمخفية، الظاهرية phenomenal، ومفاهيمية noumenal، فى ضوء المنطـــق الإنسانى وحده، ومن خلال طريقة دقيقة فى الفحص، وذلك هو تعريف الرياضيات عند المصريين القدماء.

ولقد كان المصريون يدركون تماما قدرات الرياضيات. فكـــانوا يتمـــسكون بإدراك السمة الأساسيـــة للمنهجـــــية methodologie فـــى نطـــاق المعرفـــة الشامـــلة للطبيـــعة: وهى منـــهجية عقلانية منطقية خالصة، وهذه هى الرياضيات (ـــ "العلم"، "المعرفة").

ولذا نجد فيثاغورث، وقد استوعب الدرس المصرى، يسارع بالإعلان فـــى اليونان بقوله: الكل أعداد Tout est nombre، ويعنى ذلك أنه من الممكن شـــرح كل شيء عن طريق الأعداد. وهى معرفة تنصب إذن على تحديد وتفسير العلاقات العددية.

وهناك نص مصرى قديم يشرح الاتجاه إلى التأملات المنطقية، وذلك حوالى عام ١٦٥٠ ق.م.

وأمام تلك الإنجازات المصرية، سنجد على الدوام وجهتى نظر ســـيكولوجية للمعلقين العاديين:

أ) لم يكن لدى المصريين القدماء سوى حصيلة معرفيـــة عمليـــة recettes empiriques، حتى ولو كانوا قد قاموا بحساب مساحة نصف الكرة، وحجم الهرم الناقص، قبل اليونانيين بزمن طويل.

ب) عنوان بردية راند عبارة عن طنطنـــة grandiolequent، ولا يرقـــى إطلاقا إلى مستوى الذكاء الريفى المصرى. ورغم ذلك فذلك النص قد كتبه الـــذكاء الريفى المصرى!

وهكذا لم يكن إنكار الإنجازات والحقيقة على الإطلاق سوى قرار أخلاقـــى بسيط (تافه) للمؤلفين فى الغرب، وليس نتاجا لعمل جاد من أجهزة نقدية على قـــدر كاف من المعرفة.

ولو كان طاليس Thales هو مؤلف عنوان بردية راند، لكان الغــرب قــد وضعه بلا شك فى مكان أقرب للخالق نفسه!!

إننا نرتكز على التاريخ الإنسانى نفسه: أول تعريف، واضح، ودقيق، ومحكم للرياضيات كأسلوب علمى للبحث فى أمور الطبيعة، هو عمل مــصرى أصــيل. وسواء أرضى ذلك أم لا الآخرين. فلابد من البحث عن الحقيقة وحدها وإعلانها.

ملحق ٢

طاليس والعلم المصرى

شواهد قديمة

لم يتلق طاليس (حوالى٦٤٠- حوالى ٥٤٧ ق.م) تعليمه سوى من مصر الأفريقية. وطاليس هو فيلسوف ورياضى يونانى من أصل ميلاوى milesienne، ويعتبر واحدا من سبعة حكماء وعلماء فى اليونان.

وهو مؤسس المدرسة الأيونية Ionienne للفيزياء والفلسفة، وهى أول مدرسة علمية وفلسفية فى اليونان القديمة، ومن ثم فى أو روبا.

١- ديوجين اللارسى Laerce Diogene (مؤرخ يونانى فى القرن الثالث الميلادى).

"لقد اعتبر (طاليس) الماء هو الأصل فى كل شىء، وأن العالم يموج حياة ويمتلؤ بالشياطين Demon. ونحن نقول إنه اكتشف فصول السنة، وقسمها إلى ثلاث فترات كل منها مائة وخمسة وستون يوما. ولم يكن له معلم، ولم يكن قد ذهب إلى مصر وتردد على الكهنة المصريين هناك. وقد أعلن هيرونيموس Hieronyme أيضا أنه قام بقياس الأهرامات مستخدما طريقة الظل، فى اللحظة التى يتساوى فيها ظلنا مع طولنا بالضبط (Vie,I,27).

٢- أفلاطون (فيلسوف يونانى ولد عام ٤٢٨ ق.م، وتوفى عام ٣٤٧ ق.م) "طاليس ابن إكسيمياس Examyas" من ميليه Milet فينيقى حسب رواية هيرودوت. أول من حمل لقب الحكيم Sage. والواقع أنه وجد أن كسوف الشمس يحدث عندما يعترض القمر مسار أشعتها، وكان أول يونانى يكتشف مجموعة الدب الأصغر، والانقلاب الشمسى (الصيفى والشتائى) Les solstices، وحجم الشمس وطبيعتها. كما وجد أن الماء أصل العناصر كلها. وقد تلقى تعليمه فى مصر على أيدى الكهنة (الجمهورية X,600 a.Scolie).

٣- بروكلوس Proclus (فيلسوف أفلاطونى "جديـــد" neo-platonicien، ولد عام ٤١٠ ، وتوفى عام ٤٨٥). "…. وكما ظهرت الأعداد تماما عند الفينيقيين كنتاج للتبادل التجارى والأعمال، فإن المصريين القدماء هم الذين ابتكروا الهندسة. وكان طاليس أول يونانى يتلقى من مصر تلك المادة نظريا…." (تعليق على الكتاب الأول للعناصـــر لإقليـــدس Sur le premier livre des Elements d'Euclide (Commentaire 65,3).

٤- بلوتارك Plutarque (مؤرخ يونانى، ولد حـــوالى عـــام ٤٥، وتـــوفى حوالى عام ١٢٥).

"….. كان طاليس ، كمـــا يزعمـــون، وهيبـــوقراط الكيوســـى de Chios الرياضى، يعملان بالتجارة، وقد غطى أفلاطون نفقات رحلته ببيـــع الزيـــت فـــى مصر." (صولون Solon).

٥- بلوتارك.

يقولون، إنه لكى يتعلم هوميروس وطاليس، فإنهما كانا يقران بأن الماء هـــو أصل ومبدأ كل الأشياء (إيزيس وأوزوريس، ٣٤).



شكل ١٩٢: طاليس الميلاوى Thales de Milet (حوالى ٦٤٠ق.م – ٥٤٧ ق.م) بن إكسيمياس Examyas، وهو من أصل فينيقى حسب رواية هيرودوت. درس فى مصر: "إن تقديم الهندسة المصرية فى اليونان وعلى النطاق العالمى ليعزى إلى طاليس......، ومن المرجح جدا أنه زار مصر، لأنه كان يعمل على صياغة نظرية حول فيضان النيل" ج. بورنيه J. Burnet، فجر الفلسفة اليونانية L'aurore de la philosophie Grecque، (باريس، بايو Payot، ١٩٥٢، صفحة ٤٣، ٤٤).

٦- فلافيوس يوسيفوس Flavius Josephe (مؤرخ يهودى ولد فى القدس عام ٣٧ وتوفى عام ٩٥ ميلادية). "..... تتفق الدنيا بأسرها أن أول من درس الأجرام السماوية مثل فيريسيدوس السيروسى Pherecyde de Syros، وفيثاغورث Pythagore بين شعوب اليونان، كانا تلميذين للمصريين والكلدانيين Chaldeen، ولم يتركا سوى كتابات شحيحة...." (ضد أبيون Apion Contre(*)، ١،٢).

(*) (٢٠ ق.م – ٤٥ م) ولد فى واحة سيوة. نحوى ، وصوفى ومورخ. درس فى الاسكندرية. ترأس الوفد الذى توجه الى الامبراطور كاليجولا عام ٣٨ للشكوى ضد اليهود. عاش فى روما فترة – المترجم.

٧- إيثيوس Aetiws(*) (حوالى عام ١٠٠ ميلادية). إنه (طاليس) درس فى مصر وعاد إلى ميليه Milet وهو طاعن فى السن (آراء I ،٣، ١, Opinions I, 3 , 1).

٨- جامليكوس Jamblique (فيلسوف من أتباع الأفلاطونية الجديدة. قام بالتدريس فى الإسكندرية، ولد حوالى عام ٢٥٠ ميلادية وتوفى حوالى عام ٣٣٠ ميلادية).

"..... استشار فيثاغورث طاليس بشأن قدومه لمصر وإجرائه مناقشات بقدر الإمكان مع كهنة ممفيس وديوسبوليس Diospolis (طيبة) ، ومنهم استقى كل معلوماته التى عرفتها الأجيال من الحكماء والعلماء أمام أعين الجماهير (حياة فيثاغورث Vie de Phythagore).

٩- هيرودوت (مؤرخ يونانى، ولد فى هاليكارناس Halicarnasse حوالى عام ٤٨٤ ق.م – وتوفى حوالى عام ٤٢٠ ق.م) "..... فى رأيى أن الهندسة ابتكرت فى مصر، وانتقلت إلى اليونان منها...." (التاريخ، II، ٩٩ Histoire , II , 99).

١٠- سيمبليكوس Simplicius (فيلسوف من أتباع الأفلاطونية الجديدة ، القرن الثالث الميلادى)." وهو (أرسطو Aristote) يعرض نظرية طاليس الميلاوى التى تقول بأن الأرض ترتكز على الماء كقطعة خشب أو شيء آخر لديه القدرة على الطفو طبيعيا فوق الماء. وقد عارض أرسطو هذا الرأى، والذى ربما تعلمه من المصريين فى صيغة أسطورة ، وأنه قد استقى مفهومه من هناك...". (تعليق على بحث السماء لأرسطو، ٥٢٢، ١٤ Commentaire sur le Traite du Ciel d' Aristote,522,14).

١١- إيتيوس Aetius "كان طاليس يرى أن الرياح الموسمية التى تهب على مصر، هى المسئولة عن زيادة كمية المياه فى النيل، لأنه اتضح أن مياه البحر عندما ترتفع تعمل على حجز فيضانات النيل" (آراء IV,I,I Opinions IV,I,I).

(*) عرف باسم ايثيوس الأنطاكى Aetius of Antioch – فيلسومشائى Peripatetic. – المترجم.

ملحق ٣

الأعداد المصرية القديمة من واقع برديات الرياضيات

المصادر الرئيسية للرياضيات المصرية

فيما يلى المصادر الرئيسية للرياضيات المصرية القديمة مرتبة هجائيا:

١- بردية أخميم (Akhmim Papyrus, AP) بردية يونانية من العصر البيزنطى متحف القاهرة، كتالوج رقم ١٠٧٥٨.

ج. بأيه J. Baillet، بردية أخميم للرياضيات Le papyrus mathematique d'Akhmim، مذكرات منشورة بمعرفة أعضاء البعثة الأثرية الفرنسية فى القاهرة، IX,fasc.I, Paris 1892. وتشبه البردية، أصل بردية راند Rhind، خمسة وعشرين قرنا بعد ذلك. وتدور حول متوازى المستطيلات القائم الزاوية.

٢- لوحان من الخشب تم اكتشافهما فى أخميم ويغطيان عمليات حسابية.

متحف القاهرة، كتالوج رقم ٢٥ ٣٦٧ و٢٥ ٣٦٨.

إ. بيت E. Peet الحساب فى الدولة الوسطى Arithmetic in the Middle Kingdom، فى "الصحيفة اليومية للآثار المصرية Journal of Egypthian Archaeology" ، لندن، IX، ١٩٣٢، ص ٩١ وما بعده.

٣- بردية برلين (بردية برلين: BP) متحف الدولة ببرلين. كتالوج رقم ٦٦١٩ معادلة من الدرجة الثانية. الجذور التربيعية.

هـ. شاك- شاكنبورج H.Schack-Schackenburg، بردية بـرلين ٦٦١٩ فـى مجلـة اللغـة المـصرية Zeitschift fur agyptische Sprache (برلين) ٣٨، ١٩٠٠ ص١٣٥ وما بعده.

هـ. شاك- شاكنبورج H.Schack-Schackenburg، القصاصة الـصغيرة من بردية برلين Das Kleinere Fragment der Berliner Papyrus ٦٦١٩، فى "Zas" برلين ٤٠ ، ١٩٠٢، ص٥٥-٦٦.

٤- لـفـة مـن الجلـد حـول الـرياضيـات المـصرية (Egyphian Mathematical Roll: EMLR) المتحـف البريطـانى (لنـدن) رقم١٠٢٥٠ سلسلة فى نسخ من ٢٦ مجموعة مكتوبة فـى صـيغ مـن الكـسور والجداول القياسية للكسور الأحاديـة س. ر. ك جلانفيل S.R.K. Glanville، اللفافة من الجلد للرياضيات فى المتحف البريطانى فى "الصحيفة اليوميـة للآثـار المصرية" لندن، الجزء ١٣، ١٩٢٧، ص٢٣٢-٢٣٨.

٥- بردية كاهون (Kahun Papyrus:KP).

المتحف البريطانى فـى برديـات كـاهون IV.2,IV.3,XLV.1,LV.3, et LV.4. اكتشفها و.م. فليندرز بيترى W.M.Flinders Petric فى كاهون عام ١٨٨٩.حساب الحجم للإسطوانة. حساب. معادلة من الدرجـة الثانيـة. الجـذور التربيعية.

ف. ل١. جريفيث F.L1.Griffith، برديات بيترى. برديـات هيراطيقيـة Hieractic Papyri من كاهون وجوروب Gurob (من الدولة الوسطى بـصفة رئيسية)، لندن، University College، ١٨٩٨.

٦- بردية ميتشيجان (Michigan Papyrus).

مجموعة جامعة ميتشجان. آن آربور Ann Arbor ، مجلد III بردية رقـم ١٤٦، ٦٢١.

٧- بردية موسكو (Moscou Mathematical Papyrus) متحف الفنــون الجميلة فى موسكو (متحف بوشكين) رقم ٤٦٧٦.

مشتراه من طيبة فى عام ١٨٩٣ بمعرفة فلاديمير جولينيشيف Wladimir Golenischeff. الطول الكلى فى الأصل ٥٤٤ سم.

وتحتوى البردية على ٢٥ مسألة: حسابات تركيب عناصر تـصنيع البيــرة، معادلات من الدرجة الأولى، مسائل فى الهندسة، ثم حساب حجم الهــرم النــاقص (رقم ١٤) ومساحة نصف الكرة (رقم ١٠). وقد كتبت تلك البردية حــوالى عــام ١٨٥٠ ق.م.

ف.ف. شتروفه W.W.Struve، البردية الرياضية فى المتحــف القــومى للفنون الــجميلة فى موسكــو -Mathematischer Papyrus des Staatlichen -Museums der schonen Kunste in Moskau, موجــودة فــى مــصادر ودراسات فى تاريخ الرياضــيات " Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik" السلسلة A، المجلــد ١، بــرلين، ١٩٣٠، XII - ١٩٧ ص ١٠ pl.

٨- بردية رايزنر Reisner Papyrus: RP.

متحف الفنون الجميلة، بوسطن، ماساتشوستس رقم ٣٨ ٢٠٦٢.

وكانت تلك البردية مقــسمة إلــى ١٧ قــسما. ويرجــع تاريخهــا لعــصر سيزوستريس الأول (١٩٧١-١٩٢٨)، الأسرة الثانية عشرة. وقد عثر عليهــا ب. جورج رايزنر عام ١٩٠٤ فى نجع الدير، بالصعيد وتضم حسابات أساسات معبد، بالنسبة لحجم الحج، ومخططات الأسقف والجدران، والخنادق والممرات... إلــخ. وتحتوى تلك البردية على أعداد كبيرة حتى ٤٠٥٦٦,٣٩٥٤٨.

و. ك. سيمبــسون W.K.Simpson. برديــة رايزنــر I (١٩٦٣)،II (١٩٦٥)،III (١٩٦٩)، بوسطن ، متحف الفنون الجميلة.

٩- بردية راند (بردية راند للرياضيات: RMP).

المتحف البريطانى، رقم ١٠٥٧ و١٠٠٥٨.

تم شراؤها بالأقصر عام ١٨٨٥ بمعرفة محام اسكتلندى شاب اسمه هنــرى أ. راند Henry A. Rhind (١٨٣٣-١٨٦٣). وقد تم استنساخ اسم تلك البرديــة بمعرفة أحمس Ahmes حوالى عام ١٦٥٠ ق.م من نص قديم يرجع إلى الدولــة الوسطى (فى عصر امنمحات الثالث، النصف الثانى مــن القــرن ١٩ ق.م) وقــد حفظت عدة قصاصات من تلك البردية فى الجمعية التاريخية بنيويورك، تحت رقم ٢٦٥.

الطول الكلى الأصلى لتلك البردية ٥٤٣ سم، وتحتوى على حلــول لكســور ذات بسط، ومسائل حسابية ومسائل فى الجبر، وفى المتواليات الحسابية والهندسية، وأحجام وسعات الإسطوانات، ومتوازيات المستطيلات، والمستطيلات، والمكعبات، والمساحات (المربع، الدائرة، المستطيل، شبه المنحرف، المثلث...إلخ)، وحــساب المثلثات (زوايا الميل للهرم، وزاوية ميل المخروط)، تربيع الــدائرة، فــى القــيم النسبية للمعادن النبيلة (الأحجار الكريمة)، تقسيم العدد إلى أجزاء غيــر متــساوية، وفى النسب الحسابية.

ومنها يستخرج عدد المصطلحات، والمنطق، والمجموع...إلخ.

ت. إ. بيــت T.E. Peet "برديــة رانــد الرياضــية The Rhind Mathematical Papyrus"، المتحف البريطانى ١٠٠٧ و١٠٠٥٨، ليفربــول، ولندن، Hodder & Stoughton، ١٩٢٣، 1vol. in-folio,135p.، ٢٥ لوحــة (نسخ البردية).

تلك هى أشهر بردية رياضيات فرعونية، وأكثرها اكتمالا أيضا.

وكان أ. أيزنلور A.Eisenlohr هو الذى وضع الترقيم ل ٨٧ مسألة فـــى بردية راند (فى عام ١٨٧٧) من ١ حتى ٨٧: وكان ذلك الترقيم هو المتبـــع منـــذ القرن التاسع عشر.

قواعد اللغة المصرية القديمة، الفصل التاسع تدوين الأعداد الكسرية.

HIÉROGLYPHIQUES	HIÉRATIQUES	MOT ÉGYPTIEN CORRESPONDANT.	VALEUR.
		ⲡⲣⲉ ⲅ̄,	Le tiers.
		ⲡⲣⲉ ⲇ̄,	Le quart.
		ⲡⲣⲉ ⲉ̄,	Le cinquième.
		ⲡⲣⲉ ⲋ̄,	Le sixième.
		ⲡⲣⲉ ⲍ̄,	Le septième.
		ⲏⲣⲉ ⲏ̄,	Le huitième.
		ⲡⲣⲉ ⲑ,	Le neuvième.
		ⲡⲣⲉ ⲓ̄,	Le dixième.
		ⲡⲣⲉ ⲓⲁ̄,	Le onzième.
		ⲡⲣⲉ ⲓⲃ̄,	Le douzième.

وهكذا......

شكل (١٩٣): صفحة من كتاب قواعد اللغة المصرية لشامبليون (بـــاريس، ١٨٣٦) وهو أول كتاب عن قواعد اللغة المصرية فى العصر الحديث والمعاصر. وكلن شامبليون قد افتتح أول مقرر فى علم المصريات للجمهـــور فـــى ١٠ مـــايو ١٨٣١ فى الكولج دى فرانس.

		Reisner	MMP	KP	EMLR	RMP	Berlin
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	20						
	30						
	40						
	50						
	60						
	70						
	80						
	90						
	100						
	200						
	300						
	400						
	500						
	600						
	700						
	800						
	900						
	1000						
	2000						
	3000						
	4000						

شكل (١٩٤): الأعداد المصرية القديمة طبقا للبردية الرياضية (ريتشارد ج. جيللينجز Richard J.Gillings، الرياضيات فى زمن الفراعنة، نيويورك، منشورات دوفر، ١٩٨٢، ص ٢٥٥، ٢٥٦.

ملحق ٤

الهندسة والأنثروبولوجيا الفيزيائية للجمجمة

(كيرانيوميترى craniometrie)

الهندسة الخاصة بالجمجمة عند قدماء المصريين وشعوب المانجبتو فى زائير

١- الفن فى عصر العمارنة amarnienne.

كان التفكير فى عصر العمارنة، والذى منطقه أخناتون (١٣٧٢-١٣٥٤ ق.م) يعتبر نمو الحياة وخصوبتها، وديناميكيتها الأولى للخالق. ومن ثم كان الفن فى تلك المرحلة هو الآخر "واقعيا" و"انطباعيا". ولم يكن هناك سوى الفنانين ليعبروا عن تلك اللحظات المعاشة بكل كثافتها وكياناتها غير المحسوسة impalpable.

وقد تميزت اللغة التشكيلية لتلك الفترة برسومات سريعة فى انفعال وعصبية، مع استعمال شبه دائم لأسلوب النحت البارز relief فى التجويفات، والتدفق الغنائى للأقواس والمنحنيات، والتلاعب فى حيوية بالضوء على أغوار الملامح.

٢- اتخذ الجسم الإنسانى ملامح فنية وهندسية على نحو خاص:

- المبالغة فى الملامح البشرية.
- ليونة وانسيابية الأعضاء (أصبحت الأصابع أكثر استطالة).
- استطالة الجمجمة لإعطائها شكلا بيضاويا أو إسطوانيا.

- بروز عظمة الكتف "الترقوة Clavicule".

- ثقب الأذن، أفراد حاشية البلاط مثلهن فى ذلك مع الحكام العمارنة أنفسهم.

- وجود ثنيتين مميزتين فى الرقبة غالبا.

٣- وقد وجدت نفس المفاهيم الجمالية للعمارنة، عند شعوب المانجبتو Mangbetu فى شرق زائير.

ونورد هنا شهادة د. ج. شفاينفورث D.G.Schweinfurth (١٨٧٥):

"... عند المومبوتو Momboutous (المانجبتو)، نجد أن تسريحة الشعر هي نفسها عند الذكر والأنثى. فهم يرفعون قمة الشعر خلف الرأس لتكون كعكة "شينيون chignon" إسطوانية الشكل، إلا أنها بقاعدة مربعة. والقلنسوة مزينة بريش النسر الصقر (.....).

وتمتد تلك القلنسوات على الخط القطرى للكعكة. وإذا ما أضفت لتلك التفاصيل أن صيوان الأذن مثقوب بحيث يستقبل عودا صغيرا فى حجم السيجار، فقد يمكننى وصف كل ما تسمح به تلك الطريقة للمانجبتو ، فهى طريقة جبرية لا يمكن لأحد أن يقوم بتعديلها تعديلا حقيقيا....." (د. جورج شفاينفورث: فى قلب أفريقيا Au Coeur de L'Afrique ١٨٦٨-١٨٧١. رحلات واكتشافات فى المناطق المجهولة لأفريقيا الوسطى.

Voyages et decouvertes dans les regions inexplorees

de l'Afrique centrale، ترجمة هـ. لورو H. Loreau.

باريس، هاشيت، المجلد II، ١٨٧٥، ص ٩٢-٩٣، وتوجد نفس التفاصيل فى مصر العمارنة: تسريحة شعر تعطى للرأس شكلا بيضاويا أو إسطوانيا ، مع ثقب شحمتى الأذن.

٤- ولكن هناك أيضا فـن معالجـة الجمجمـة traitement du crane نفسها لإعطائها الشكل البيضاوى أو الإسطوانى.

وتصنف الأنثروبولوجيا الفيزيائية شعوب المانجبتو من بين مجموعة "الدماغ المتوسطةmesocephale": مقياس (أو رقم بيانى indice) للدماغ يبلغ ٧٧، وقامة تصل بسهولة إلى ١,٧٥مترا (س. ج. زيليجمان C.G.Seligman أجناس أفريقيا Les races de l'Afrique، باريس، بايو Payot، ١٩٣٥) وقد أضاف دينيكر Deniker بعض المعلومات الدقيقة:

".... وتذكرنا قبائل نيام نيام La Niam Niam (الأزاندى Azandi)، وشعوب المانجبتو فى هيئتهم البدنية بالأثيوبيين، ورغم ذلك، فإن عملية ترشيح الدم الزنجى – النيلى Negre-Nilotique تظهر لديهم بالتساوى وهم أفراد حضارة تتميز تماما بخصائص عديدة للحياة المادية: أساور لولبية، أسلحة خاصة مستعارة من المصريين (فى جزء منها)، وربما استعاروا أيضا قيثاراتهم وسريرهم، إلى جانب مشغولات أخرى، وهم زراع يعملون بالفلاحة ويستخدمون الفئوس أيضا..." (ج. دينيكر أجناس وشعوب الأرض Les races et les peoples de la terre، باريس، ماسون Masson وشركاه، ١٩٢٦، ص ٥٤٠).

ولا يتعلق الأمر باستعارة فقط، بل بوثائق قربى عميقة، أبرزتها إليزابيث لافون Elisabeth Laffont، حول الكوردوفان الكونغوليين. بقاء آلات القيثارة من مصر القديمة بين شعوب الكوردوفان والمانجبتو, Des cordophones congolais.

Suivre des harpes de l'antique Egypte dans les cordophones zande et mangbetu.

فى "فنون أفريقيا السوداء Arts d'Afrique noire".

(Villiers-le-Bell ، فرنسا) رقم ٦، ١٩٧٣، ص١٦-٢٣ ، مزود بالصور.

٥- وتؤكد مفردات اللغة فى ترتيبها المعجمى وشائج القربى الثقافية والبيولوجية الموجودة بين الشعبين المصرى والمانجبتو:

	مصر القديمة (وادى النيل)	المانجبتو (شمال وشرق زائير)
	وب ا wpi (يفتح)	أبو apu يفتح، مفتوح الفم (متثائب)
	ا ب إ iba، إ ب أ iba ، ويبا yiba (يرقص)	أو بو obe (يرقص)، ولوف wolof: يبا yiba (يرقص)
	إد3d، اد ad (يلوث، يفسد) pourir	أدا ada (يفسد)
	م m مثل comme بالقبطية mmo	مو mu مثل comme
	دب فرس النهر	دوبا dupa فرس النهر (p-b\d-d)
	الحروف الهيروغليفية ط، قدم pied	بى be ضربة قدم على الأرض (b\b قدم)
	بيت bit نحلة، عسل نحل بالقبطية ebio	بو bo عسل نحل
	نو nw، يرى voir Regarder بالقبطية نو naw Neu، نو، eno	آنيا ania يرى

م ر ى، يحب aimer يرغب desirer فى القبطيـــة ميـــر mere، مى me، mei، مــــى mi

أو مو omu "يحب"

مو ami "صديق"

ك ا، ك ا، وهكذا، أيـــضا ainsi aussi بالقبطية ك و ke

كا ka

إذن donc



مصر (وادى النيل)



امرأة من المونبوتو شمال- شرق زائيـــــر عــــــن ج. شـــــــفاينفورث G.Schweinfurt (مرجع سبق ذكـــره ص ٩٢).

شكل ١٩٥: الهندسة والأنثروبولوجيا الفيزيانية للجمجمة، مصر وبلاد المانجبتو (شمال - شرق زائير)

إذا ما عقدنا مقارنة بين ذلك التمثال الصغير لنفرتيتى والذى نحتـه كبيـر النحاتين توتموس Touthmosis (توتموزيس)، وحاليا بمتحف المصريات ببرلين، وبين تلك المرأة من قبائل المانجبتو، سنجد أن تسريحة الشعر هى نفسها بالضبط: وكان المانجبتو يتبعون تقاليد عتيقة منذ الأسلاف وهى تسريحة الشعر على ذلـك النمط الخاص جدا (الرأس بارزة تحت الضوء الساطع فى الفراغ).



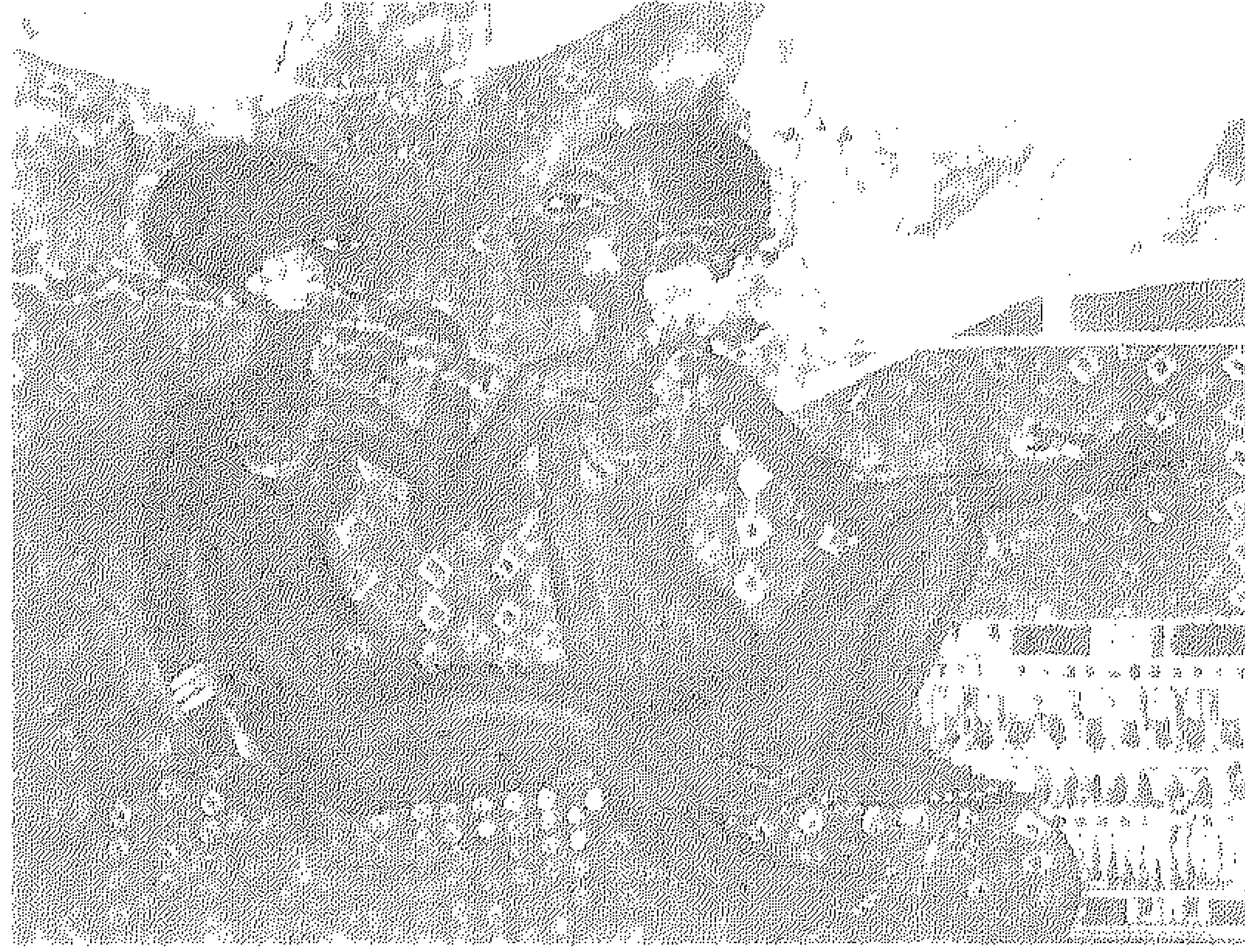


المانجبتو **مصر (وادى النيل)**

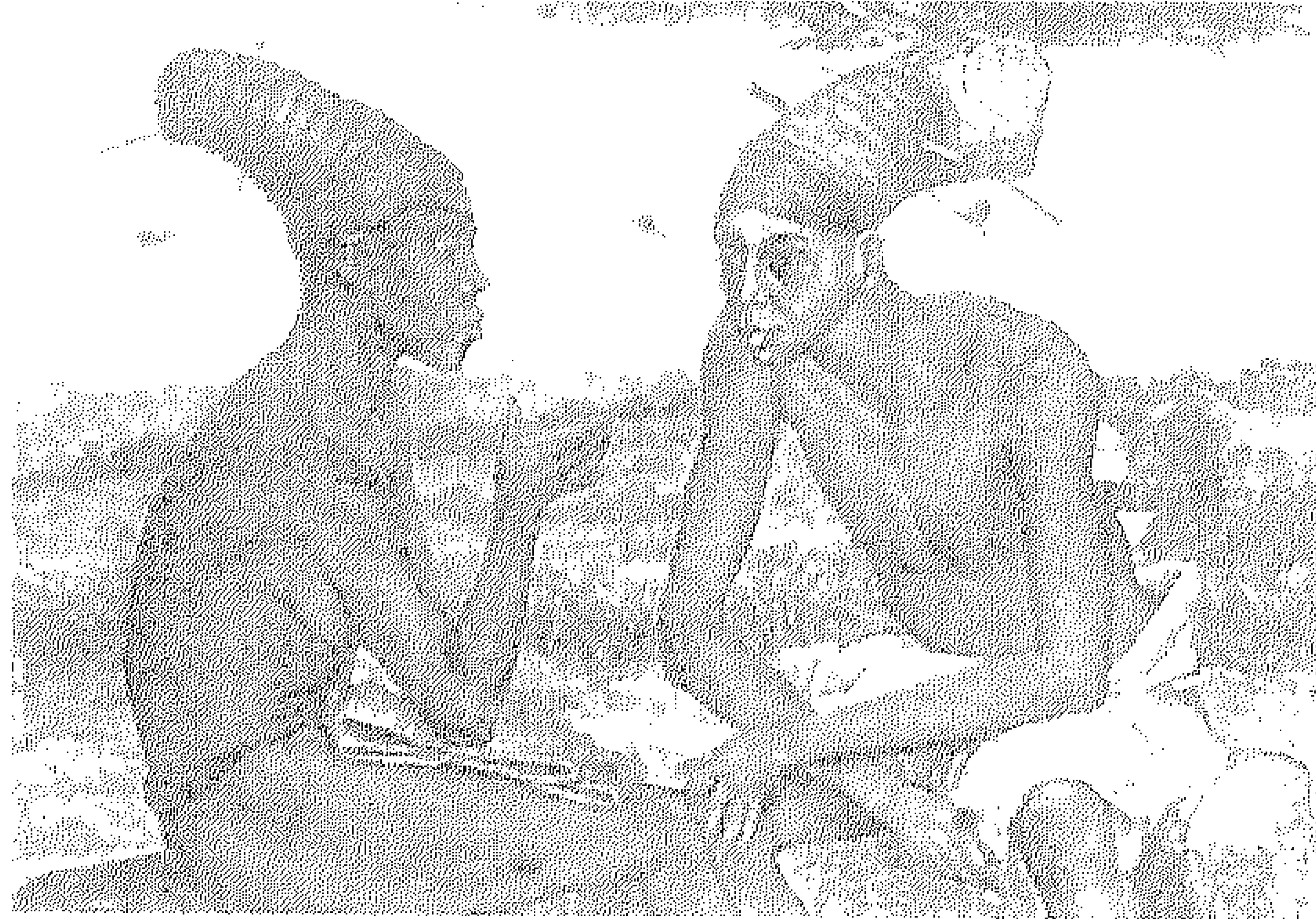
(حوض نهر الكونغو الأعلى Haut-Ouelle شـعب – شـمال – شـرق الكونغو البلجيكى)

يعمد المانجبتو على استطالة الجمجمـة بواسـطة عـصرها علـى نحـو دائرى .constriction circulaire ويذكرنا شـكل الجمجمـة الجـانبى بتماثيـل مصرية قديمة معينة تصوير الكولونيل زاجوروسـكى Zagourski. ليوبولـدفيل شمال- شرق – زائير (عن س. ج. زيليجمان C.G.Seligman، مرجـع سـبق ذكره. لوحة ٦ بين ص٨٠ ، و٨١).

شكل ١٩٦: الهوية بين المرأتين، يبدو التماثل بين رأس أميرة من العمارنة وسيدة من المانجبتو، مدهشا فى الواقع: الجمجمة ضخمة وممتدة، وشـحمة الأذن مثقوبة فى كلتيهما. ونفس الشىء فى معالجة القذال occiput (القفا) ..... إلخ. إن الوشائج أمامنا واضحة هنا: وهو ما يتبعه المنطـق، إلا أنهـم يلجُّـون بالباطـل (الغرب) وينفون تلك الصلات، الفريدة على مستوى العالم .... !!

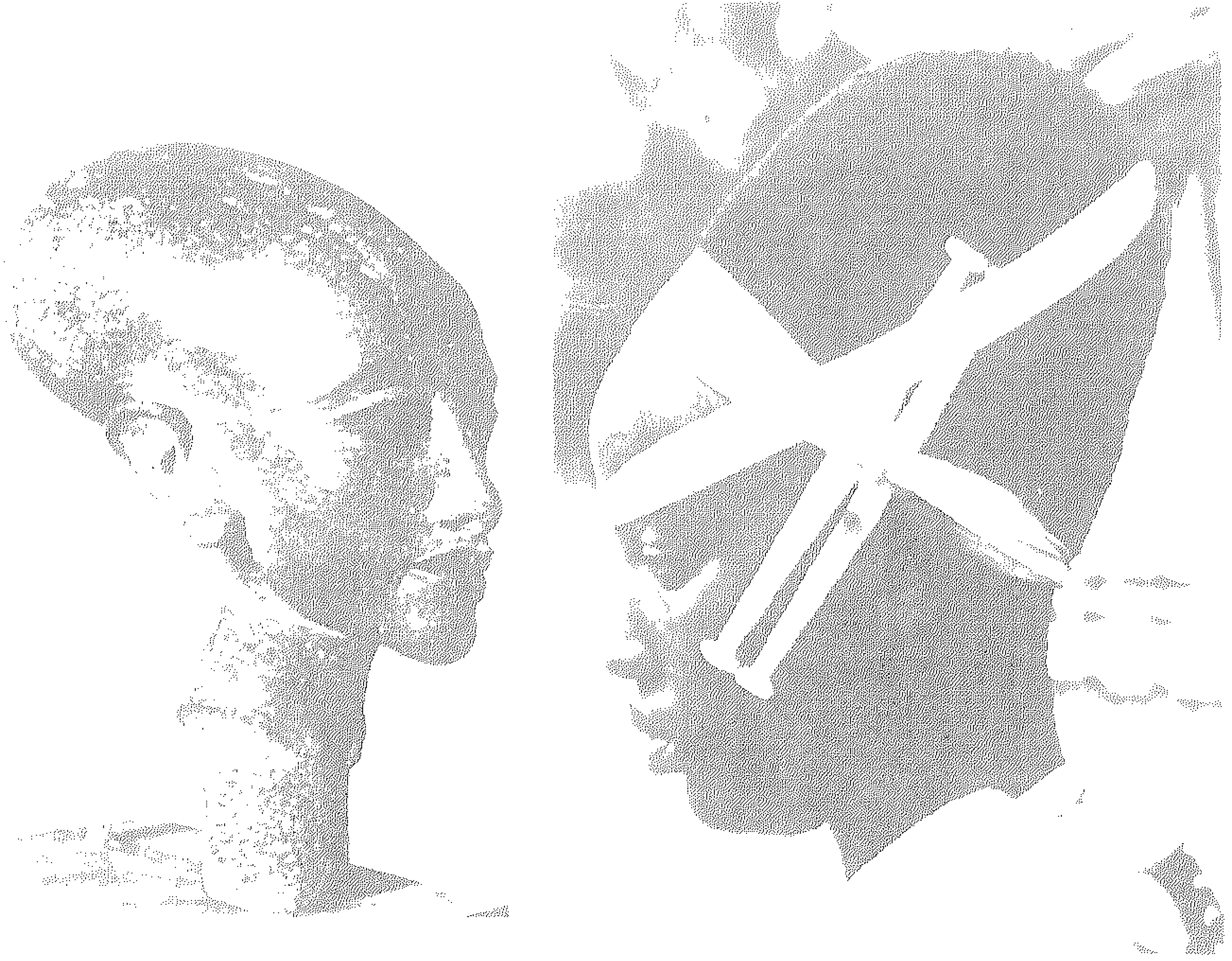


شـــكل ١٩٧: أميـــرات العمارنـــة نفيـــر نفـــوراتن - تاشـــيريت Neferneferuaten-Tasherit ونيفيرنفيرو Nefernerure. منظر يظهـــر روح التعاطف والمحبـــة. لاحـــظ هندســـة الجمـــاجم. أكـــسفورد. متحـــف الأشـــمول Ashmolean Museum.



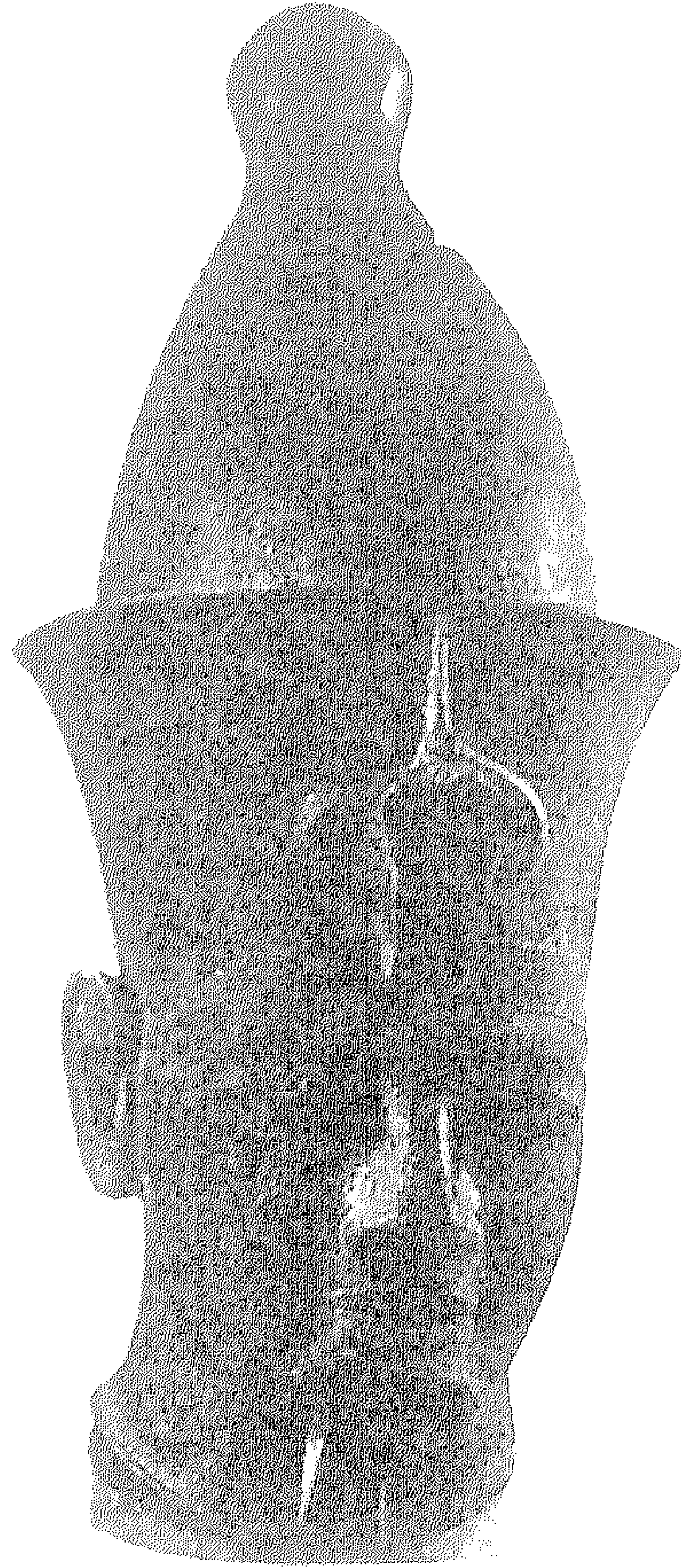
نيتولو وبونزا Netolou et Bounza.

الأمير بونزا من المانجبتو وخطيبته. منظر يظهـــر روح المحبـــة. لاحـــظ هندسة الجماجم (عن ج. شفاينفورث G.Schweinfurt، مرجع سبق ذكـــره ص ٥٣).



شكل ١٩٨: - إلى اليسار - رأس أميرة من العمارنة من عمل رئيس النحاتين توتموس Toutmosis. متحف القاهرة JE44870 .

- إلى اليمين - أميرة من رواندا. حقيقة أفريقية حية، ويمكننا عقد مقارنة بها مع فن العمارنة. وهنا تبدو الوشائج على نحو متفرد ويغشى ضوؤها البصر. (تصوير J.Hiernaux).



شكل ١٩٩: رأس تمثال ضخم لتحوتمس الثالث Thoutmosis III.

(١٥٠٤-١٤٥٠ ق.م). المتحـــف البريطـــانى (Northern Egyptian Gallery , Bay 2 , n°360).

وصلت الإمبراطورية المصرية لأوج مجدها واتساع رقعتها تحت حكم ذلك الفرعون، من الشلال الرابع للنيل حتى نهر الفرات. وكان الأمـــراء الـــسوريون، والفلسطينيون، والميتينيون mitanniens، والحيثيون.... إلخ، يـــدفعون الجزيـــة للفرعون الأفريقى.

ملحق ٥

بعض المبتكرات الهندسية لمصر القديمة

- **نظام العد العشرى:**

- الهندسة، وقد ولدت من الأعمال المساحية للأراضى والتأملات النظرية للكتاب.

- علم المساحة.

- طريقة شبكات التربيع quadrillage (التشابه والتماثل) ويقال لها طريقة المربعات .

- الحساب الدقيق لمساحة المربع، المستطيل، المثلث، الدائرة.

- الهرم فى الرياضيات والعمارة.

- التماثل (توافق نتيجة ترتيبات معينة والنسب المنتظمة).

- الحساب الدقيق لحجم الهرم الناقص.

- النسبة الذهبية فى العمارة.

- الحساب الدقيق لحجم الإسطوانة.

- العمود.

- السلسلة.

- متاهة un labyrinthe (هيرودوت ، II ، ١٤٨): بناء متفوق على كل الإنشاءات والإنجازات المعمارية التى أنتجها اليونانيون.

- تربيع الدائرة.

- حساب المثلثات: حساب زاوية ميل الهرم (la seked).

- الحساب الدقيق لمساحة نصف الكرة.

- معرفة القطاع المستوى للكرة (صفة فى اللغة المصرية نفسها).

- الساعة المائية la clepsydre والتى هى على شكل آنية مخروط ناقص: أقدم الساعات فى تاريخ البشرية.

- الحساب الدقيق لمساحة شبه المنحرف.

- المساقط الأفقية المرسومة بدقة طبقا لمقياس رسم للمنشآت المعمارية ، مع إشارات للمقاييس.

- الرسم الهندسى للدائرة باستخدام الفرجار أو حبل.

- تقسيم الدائرة إلى مثلثات لا متناهية بحيث يكون مركز الدائرة هو قمتها المشتركة.

- الفهم الشامل لثبات تساوى مساحات الدوائر والمربعات ، والتى تكون النسبة بين أقطارها والأضلاع ٨/٩: وهذا الرقم الثابت عبارة عن نسبة هندسية يمكن مقارنتها بالنسبة التقريبية Pi، والعلاقة الهندسية بين المساحة وبين نصف قطر الدائرة.

- المثلث القائم الزاوية (الكوس l'equerre) لتحديد الخط الأفقى للسطح.

- ميزان البناء fil a plomp لمراجعة العمودية فى الجدران.

- الشادوف (تطبيق على الرافعة ذات الأذرع غير المتساوية).

- السلم الدوار ذو العجلات الدوارة (الدولة القديمة).

- الذراع الملكية المدرجة وبها تدريجات لوحدات أصغر للقياس.

- طرق رسم الخرائط المساحية (طريقة التطابق والمسافات).

- وضع المصريون مسألة حساب مساحة القطع الناقص (طبقا لبوركهارت L.Borchhardt ١٨٩٦).

- حساب المنحنى.

- المجهودات التى بذلت لصياغة رؤية فكرية محكمة ودقيقة للكون (عنوان بردية راند).

- وضع المهندسون والجغرافيون المصريون أساسا لمساحة كل إقليم من أقاليم الدولة (بيير مونتيه Pierre Montet، ١٩٦٤).

- كان المصريون يحسبون رياضيا على وجه التقريب مساحة بلدهم وحدودها: وكانوا يعرفون على وجه العموم أن الوجه القبلى بطول ٨٦ أتور atours، والوجه البحرى ٢٠ أتور[1]: وكانت وحدات قياسات المساحة هى السيتات[2] setat وتساوى ١٠٠ ذراع مربع، والألف من الأرض ذات ١٠٠٠ ذراع مربع، والأتور، وهو مربع طول ضلعه يساوى أتور atour (بيير مونتيهPierre Montet، ١٩٦٤).

- كان يتم وزن المعادن، والحبوب بما يساوى الصاع الفرنسى boisseau: لقد ابتكرت قياسات الأحجام وقياسات الأوزان.

- كان نظام الرسم systeme graphique يؤدى بسهولة عمليات الضرب والقسمة.

---

(١) الأتور atour: مربع طول ضلعه ١٠٠ ذراع ملكى. وكان يساوى تقريبا ٢٧٣٥,٢٩ مترمربع – المترجم.

(٢) السيتات setat: كانت تساوى ١٠٠ ذراع مربع – المترجم.

– ورغم ذلك فقد أثبتت النتائج الدقيقة أن فكرة الإثبات بالمفهوم الرياضي، موجودة ضمن المصطلحات العلمية المصرية (سيتى sity أو سمت ssmt بمعنى إثبات أو برهان).

– كانت معانى الأعداد والعلاقات بينها معروفة (نكت nkt، "العلاقة بين الأعداد").

– قام المهندسون والمعماريون والمهندسون الذين بنوا الهرم الأكبر بتحديد مقاساتهم بمساعدة المثلث القائم الزاوية وهو المعروف عند قدماء المصريين باسم المثلث المقدس ذو الأضلاع ٣، ٤، ٥ (المثلث المصرى): وتعطى العلاقة بين الارتفاع ونصف القطر للقاعدة رقما قريبا من النسبة التقريبية Pi (لأول مرة فى التاريخ).

– كان المصريون هم الذين ابتكروا تقويم الـ٣٥٦ يوما ، مع خمسة أيام إضافية ؛

– تتجه الأهرامات نحو الشمال، بدقة مدهشة: ومثل تلك الدقة لم يكن من المستطاع تحقيقها من خلال الملاحظة الفلكية.

– كانت طقوس المعابد والشواهد المعمارية المقدسة الأخرى (الاحتفال بوضع حجر الأساس) ابتكارا مصريا خالصا: فكان واضع الأساس يقف فى مواجهة مجموعة الدب الأكبر بكل دقة، وهى مجموعة الكواكب المميزة للسماء الشمالية Sept Septentrional، ثم يشير إلى النجم القطبى، والتى كانت أيام الدولة القديمة تمثل ألفا التنين L'alpha du Dragon، ويقوم واضع الأساس برسم اتجاه الجنوب – الشمال على الأرض عندما يجد النجمة ألفا alpha.

– ارتبط البحث عن النجمة مع التأليه فى بناء المعبد مما كان يسمح معه بعد ذلك بوضع علامات على الأرض التى وقع عليها الاختيار ، تشير إلى الزوايا القائمة الأربع للمبنى.

- لقد عرف المصريون كروية وحركات كوكب الأرض (كانت النجوم الجو قطبية circumpolaires (الواقعة حول أحد قطبى الأرض أو السماء) تدور حول القطب السماوى pole celeste.

- ويشير هيروغليف، V9 فى قائمة جاردنر Gardiner، إلى تمثيل تخطيطى للعالم: "... فهو يتكون من محيط منخفض إلى حد ما، الذى يعتبر حدا تشرق منه الشمس، يترسخ فى مكانه على حاجز محدب قليلا عند المنتصف، والذى هو الأرض..." (بيير مونتيه Pierre Montet، مصر الخالدة L'Egypte Eternelle، باريس، فايار Fayard. ١٩٧٠، ص ٢٣٣ ، الطبعة الأولى بالإنجليزية ١٩٦٤).

- وفى العصر الصاوى Saite، وبلا شك قبل أن يعرف المصريون الأمطار على جبال بونت de Pont (الحبشة Abyssinie، أثيوبيا Ethiopie) فإنهم عرفوا فيضان النيل، وهو نفس ما أو رده هيرودوت كشرح بسند علمى ضعيف (هيرودوت، II، ٢٢).

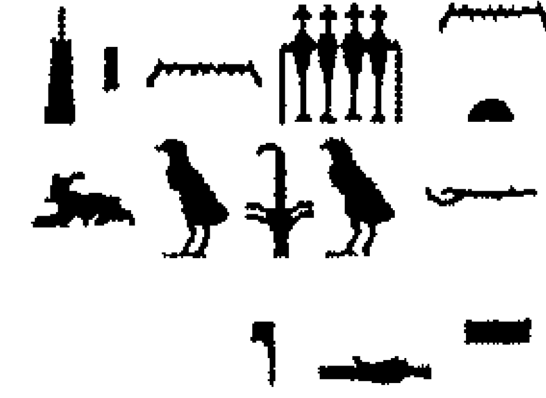
- الرحلة التى أمر بها نيخاو Nechao للدوران حول أفريقيا والتى استغرقت ثلاث سنوات.

المفردات الهندسية (الفنية) المصرية

إ و، أو، "طول" (مسافة، مسقط أفقى، شكل).

إ ح ت، أحيت، "مسقط أفقى" (جـزء مـن)؛ "سـطح، مـساحة، مسطح".

ا ون، أو ون، "مخروط"، "عامود"، "قائم".



ا ون ن ح ن ت، "خـشب" (العـامود، المسلة).

ا وس و، أو وسو، "ميزان" يدوى.

ا ف د، افيد، "مستطيل"، "شكل مربع الأضـلاع" ، "مربـع" ، "معين"، "متوازى مستطيلات"، حسب الحالة.

ا ف د ن إ ح ت، "شكل مربع الأضلاع".

ا م د ر، اميدجير، "انحدار"، "منحدر".

ا ن ب، انيب، "حائط".

ا ن ر، انير، "كرة".

س إ، سإ، "عامود"، " قائم" (ليس مخروط الذى يقال له أو ن).

س ك إ، سكإ، "حبل" (قياس الأراضى).

س د، سدج، "قطاع مسطح من الكرة"، الدائرة الأكبر من الكرة.

وإ ت، أو ات، "حبل" (قياس الأراضى).

وإ د، أو ادج، "عامود بردى الشكل".

وح إ، أو كى، "عامود".

وح إ ت ب وت، "قاعدة" (الهرم).

وس ح، أو سكح، "عرض".

وت س، أو تشس، "وزن" (البضائع، المنتجات).

ب ت، "آنية" بيضاوية الشكل.

ب س ح، بسح، "حوض" (رى).

ب ن ب ن ت، بينبينت، "هرمى".

ب إ د ، با دج، "مخروط" بخور، مرهم.

ب ر- ح ر ى، "أعلى بناء".

ب ر ا م وس، بيرى ام أو س، "ارتفاع" (هرم).

ب ح إ، بيكى، "تبليط"، "بلاط".

ب د. بيدج، "ترخية حبل" (قياس الأراضى).

م إ ك ت، ماكت، ماكيت، "سلم".

م وت، "أوزان".

م ر، مير، "هرم".

ح ك ت ن ت م ر، حيكيت نيت مير، "جزء من الهرم"، "هرم ناقص".

م ر ى ت، ميريت، "ارتفاع" (مثلث).

م ر ر ت، ميريريت، "طريق"، "حى" التماثيل.

م ح إ ت، ميكحات، "ميزان" على محور.

ن وح، نوح ، "حبل" (قياس الأراضى).

ح ت ن ن وح، "جزء من حبل" بين عقدتين يساوى ١٠٠ ذراع، "حبل مشدود".

ن ب ت، نيبيت، "نصف الكرة".

ن ب إ، نيبا، "شاخص"، "وتد".

ر، ار، "جزء"، (كسور).

ر، ار، "كسور".

ر –س ت إ، ار– سيتا، "منحدر".

ر م ن ى، ريمينى، "ذراعا" الميزان؛ "جانبى" سلم.

ر م ن ا، ريمينى، " يوازى"، "يساوى" (ميزان).

ر ح ت، ريكحيت، "رقم" (رياضيات).

ر ك و، ريكو، "اتـــزان"، "ميـــل" الميـــزان للوصـــول للاتزان.

ح إ إ ت ر.ف، "حجم" (محتوى).

ح ن ك و، حينيكو، "طبق" الميزان.

ح ر – ا ب ، "منتصف" خط المستقيم، قطاع، ارتفاع.

ح ر و، حيرو، "قمة" المخروط.

ح ر ى، حيرى، "قاعدة صغيرة"، "قاعـدة كبيـرة" (الهـرم الناقص).

ح ك ت، حيكيت، "جزء" (من المسقط الأفقى)، "قطـاع" (جـزء أو مسطح، شكل مسطح، مجسم مقطوع).

ح ت، كحيت، "الحقيقى"، "العالم الحساس"، "الطبيعة".

ح إ ا ، كحاى، "قياس".

ح إ ى ، كحابى، "خيط عمودى".

ح س س، كحيسيس، "زاوية".

ح ر ى، كحيرى، "قاعدة كبيرة" (هرم ناقص): القاعدة الـصغرى أمام القاعدة الصغيرة ح ر ى؛ تكون القاعدة الكبرى.

س ب د ت، سيبيديت، "مثلث".

س ح و، سيكحو "عرض" (الطول كان إ و، أو).

س ك د، سيكيد، "شوكة"، "ميل" (هرم، مخـروط)، "زاويـة ميل، ميل".

ش إ، شاأ، "مسافة"؛ "حجم".

ش ن و، شينو، "محيط دائرة".

ش إ ت، شات، "قطر".

س ت وت ى، سيتوتى، "العامود"، (ارتفـاع الهـرم النـاقص)؛ "حجم" (سعة، محتوى).

ش إ د ب ن، شاأ ديبين، "إسـطوانة دائريـة مـستقيمة"، "إسطوانة"، "صلب إسطوانى".

ش إ ا ف د، شاأ أفيد، "منشور مستقيم"، "مكعب متوازى" حسب الحالة.

س ن ت ت، سينيتيت، "قاعدة" مخروط.

د ب ن، ديبين، "دائرة".

إ ح ت د ب ن، أحيت ديبين، "مساحة الدائرة".

ك إ ت، كات، "ارتفاع".

ك إ ى، كاى، "ارتفاع" مخروط.

ك ن ب ت، كينيبيت، "زاوية مستقيمة".

ج س، جيس، "ناحية"؛ "نصف"، "منتصف–".

ت ب ، تيب، "مسألة"، "مثال" (رياضيات).

ت ب – ح س ب ، تيب – حيسيب ، "طريقة صحيحة".

ت ح، تيكح، "ثقل" الميزان.

ت ح ن، تيكحين، مسلة.

ت م إ ، تجيما، "تقويم الأملاك".

ت ب – ر، تيب – ار، "شعاع" (دائرة)؛ أحيانا "قطر".

ت ب – ر، تيب – ار، "قاعدة" مثلث.

د ب ح، ديبيح، "كليبسيدر"، "ساعة مائية": وعاء منقوص، مخروط ناقص.

د و، دو ، "توتيد، تثبيت، وضع".

د إ د إ، دجادجا، "قمة".

فهرس الأشكال والصور

١٦- نحت الأحجار بمقاييس دقيقة (طيبة، المقبرة رقم ١٠٠).

١٧- تفصيل من السقف الفلكى لمقبرة سينيموت (دوائر).

١٨- صناعة العملات (الأسرة الثامنة عشرة).

١٩- أنواع العجلات فى الحضارات القديمة (ج.هـ.بريستد).

٢٠- نحت غائر من الحضارة الآشورية (العجلة الآشورية).

٢١- نحت غائر من الحضارة المصرية (العجلة المصرية).

٢٢- دائرة وقطر (طاليس).

٢٣- مثعب siphon (المتحف البريطانى).

٢٤- كوس الزاوية القائمة الخاص بسينيد جيم (القاهرة ٢٧٢٥٨).

٢٥- أداة الخيط بالثقل الرصاص الخاص بسينيد جيم (القاهرة ٢٧٢٦٠).

٢٦- قالب لصب الطوب (الأسرة الثانية عشرة).

٢٧- قالب لصب الطوب (الأسرة الثامنة عشرة).

٢٨- حديقة ومساحة مائية مستطيلة (الأسرة الثامنة عشرة).

٢٩- تابوت الملك منقرع (ميكيرينوس): واجهة وجزء من التابوت عن بيرينج.

٣٠- نظام التثليث المصرى القديم.

٣١- نظرية فيثاغورث.

٣٢- بلاط موزاييك من مصر القديمة.

٣٣- نحت بارز من عصر العمارنة: حديقة مقسمة إلى مجموعات من المربعات (متحف بروكلين).

٣٤- المذبح المصنوع من المرمر لمعبد الشمس فى أبوصير (عن ل. بورشار).

٣٥- زخرفة أحد الأسقف، عصر الرعامسة (المعين المتكرر).

٣٦- رسم تخطيطى لعامود فى هيئة نبات البردى: محور التماثل (عصر الرعامسة).

٣٧- طريقة المربعات (تكبير وتصغير الرسومات).

٣٨- (أ، ب): قانون التناسب.

٣٩- طريقة المربعات المصرية.

٤٠- كورس أيونى (شاب يونانى عار) بقوانين النسبة والتناسب المصرية.

٤١- (أ، ب): كورس يونانى ومثيله المصرى.

٤٢- (أ، ب): كورس يونانى ومصرى (عن ج. بوردمان).

٤٣- مساحة المستطيل.

٤٤- وحدة مساحة المستطيل.

٤٥- مستطيل مأخوذ عن المسألة رقم ٤٩ من بردية راند.

٤٦- إنشاء مستطيل معروفة مساحته وأطوال أضلاعه (المسألة رقم ٦ من بردية موسكو).

٤٧- مساحة المثلث: (الإثبات الهندسى).

٤٨- مساحة المثلث: (الإثبات فى الاعتقاد المصرى).

٤٩- مساحة شبه المنحرف: (الإثبات الهندسى).

٥٠- مساحة شبه المنحرف: عن بردية راند (مسألة رقم ٥٣).

٥١- مساحة الشكل المضلع.

٥٢- بردية راند: مساحة المستطيل، الدائرة، المثلث، شبه المنحرف، ونظرية طاليس.

٥٣- مساحة الدائرة: (المسألة رقم ٥٠ من بردية راند).

٥٤- السقف الفلكى لسينينموت (الأسرة السابعة عشرة).

٥٥- شرح صيغة مساحة الدائرة عن ى. كبلر.

٥٦- بردية راند (المسألة رقم ٤٨) : مقارنة بين مساحة الدائرة والمربع.

٥٧- دائرة ومثمن داخل مربع.

٥٨- قاعدة أحد الأعمدة تتخذ هيئة دائرية محيطية (الرامسيوم).

٥٩- حساب مساحة قبة (الدولة القديمة).

٦٠- قياس الزوايا (حساب المثلثات): الجيب، جيب التمام، الظل، وظل التمام.

٦١- حساب زوايا العامد والضلع للهرم.

٦٢- حساب ظل وظل تمام زاوية ميل الهرم.

٦٣- حساب ظل تمام زاوية ميل الهرم (سيكيد).

٦٤- مسقط أفقى لمجموعة أفنية مع صوامع الغلال (القرن ١-١١ ق.م).

٦٥- مسقط أفقى مع إشارات للأطوال بالذراع (الدولة الحديثة).

٦٦- مسقط أفقى لمعبد مع قائمة جرد بالمنقولات والأثاث (الأسرة الثامنة عشرة).

٦٧- نموذج تمهيدى (ماكيت) لأساس معبد (الأسرة التاسعة عشرة).

٦٨- مسقط أفقى رياضى "هندسى" (الأسرة التاسعة عشرة).

٦٩- نافذة مثلثة من الحجر (الدولة الحديثة).

٧٠- (أ،ب) مسقط أفقى لمعبد خونسو بالكرنك ومسقط أفقى لمعبد يونانى.

٧١- غرفة جنائزية فى الهرم الأكبر: متوازى مستطيلات (ج.ف. لاور).

٧٢- القطع الناقص على جدار معبد الأقصر (ل. بورشار).

٧٣- قطع ناقص من مملكة موين موتابانى زيمبابوى (القرن التاسع الميلادى).

٧٤- أوعية تمت معايرتها لنقل الغلال (طيبة ، مقبرة رقم ١٠٠).

٧٥- وعاء مدون عليه سعته بالأرقام (المتحف البريطانى).

٧٦- عين الإله حورس: كسور الحيكات.

٧٧- الهرم المدرج للملك زوسر (الأسرة الثالثة).

٧٨- تمثال إمحتب من البرونز (متحف القاهرة).

٧٩- هرم سنفرو فى منطقة ميدوم، مقبرة ملكية (هرم) أسكيا من سونجى: وشائج قربى هندسية ومعمارية واضحة.

٨٠- الهرم الأكبر فى الجيزة.

٨١- القاعة الكبرى فى الهرم الأكبر.

٨٢- مقطع فى هرم الملك سحورا.

٨٣- أهرامات فى منطقة جبل بركال (الحقبة المريوتية).

٨٤- مسجد – جامعة سانكورى، تمبوشتو، مالى.

٨٥- الشكل الهرمى لمقبرة الملك جيوزو من أبومى.

٨٦- سلة من موزمبيق على شكل هرم ثلاثى.

٨٧- الهرم: تعريف رياضى.

٨٨- هرم منتظم.

٨٩- مخطط لهرم من بردية راند (مسألة رقم ٥٨).

٩٠- مقطع فى الهرم الأكبر.

٩١- حجم الهرم.

٩٢- حجم الهرم الناقص.

٩٣- مستخرج من بردية موسكو: مسألة رقم ١٤ متعلقة بحساب حجم الهرم الناقص.

٩٤- مستخرج من بردية راند: خمس مسائل تعتمد على حساب المثلثات.

٩٥- العدد الذهبى: نسب بين الارتفاع ، طول محيط القاعدة ، الواجهات المثلثة للهرم الأكبر.

٩٦- قياس ارتفاعات الأهرامات فى مصر بمعرفة طاليس الميلاوى.

٩٧- تقصيب نحت المخروط.

٩٨- فرن مخروطى (الدولة الوسطى).

٩٩- سيدة تضع على رأسها مخروط الدهان (طيبة ، مقبرة رقم ٦٩).

١٠٠- كتاب يحملون مخاريط الدهان فوق رءوسهم (طيبة، مقبرة رقم ٥٧).

١٠١- مخروط جنائزى (المتحف المصرى، تورينو).

١٠٢- البرج المخروطى الكبير فى زيمبابوى. (القرن التاسع الميلادى).

١٠٣- مرشح مخروطى لإنتاج الملح (ف. ل. كاميرون، ١٨٧٨).

١٠٤- مسلة عن بردية أنستازى الأول (أ. نويجباور، ١٩٣١).

١٠٥- مسلات تحوتمس الأول والملكة حتشبسوت، معبد آمون، الكرنك (الأسرة الثامنة عشرة).

١٠٦- مسلة الملكة حتشبسوت (حوالى ٣٢٣ طناً).

١٠٧- هرم راموس (حوالى ١٣٠٠ ق.م).

١٠٨- صلاية الكاتب سيتى (الأسرة التاسعة عشرة) صلاية ذات تكوين مكتمل.

١٠٩- مسلة أبو صير الكبرى (ل. بورشار).

١١٠- مسلة ونظام العالم عند شعب الدوجون (م. جريول ، ١٩٤٨).

١١١- صلاية – مسلة أكسوم، إثيوبيا.

١١٢- مسلة يوروبا، إيف، نيجيريا (ر.أ. دينيت ، ١٩١٠).

١١٣- مسلة يوروبا (ج. ألوميد لوكاس).

١١٤- منحدر حسب رؤية أنستازى الأول (أ. نويجباور ، ١٩٣١).

١١٥- جزء متبق من منحدر من الطوب اللبن، معبد الكرنك (إ. إ. س. إدواردز، ١٩٤٧).

١١٦- أطلال قصر الملك أجادجا من أبومى: منحدرات أو سلالم ضرورية.

١١٧- سلم حفر بارز (الأسرة الخامسة).

١١٨- وصف الإسطوانة.

١١٩- نموذج لشونة غلال مصرية، الدولة الوسطى (المتحف البريطانى).

١٢٠- فناء يضم شون الغلال على شكل مخروطى (ه. شيفر ، ١٩١٩).

١٢١- الأنواع الهندسية لشون الغلال الأفريقية (م. ديلافوس ، ١٩٠٨).

١٢٢- وعاء للكحل على شكل إسطوانة مصمتة، الدولة الوسطى (متحف القاهرة).

١٢٣- عامود إسطوانى من الدولة القديمة (الأسرة الخامسة).

١٢٤- عامود إسطوانى من الدولة الحديثة (الأسرة التاسعة عشرة).

١٢٥- عمودان: ذوا ٨ واجهات وذوا ١٦ أخدودًا) الدولة الوسطى: أصل العمود الدوريانى اليونانى.

١٢٦- الأنواع المختلفة لتيجان الأعمدة المصرية: رسم هندسى.

١٢٧- متوازى مستطيلات قائم الزاوية: حساب حجمه (مسألة رقم ٤٤ من بردية راند).

١٢٨- حساب حجم المخروط الناقص (أ. نويجباور ، ١٩٣١).

١٢٩- كليبسيدر أو ساعة مائية فى الكرنك، الأسرة الثامنة عشرة (متحف القاهرة).

١٣٠- رسم يوضح كليبسيدر بقطاع داخلى (ل. دوناتيللى).

١٣١- الملك تحوتمس الرابع على ركبتيه يمسك فازتين كرويتين من المعدن (المتحف البريطانى).

١٣٢- قطاع مستو لكرة (أ. د. ج. فى مصر الفرعونية).

١٣٣- مستخرج من بردية موسكو: مساحة نصف الكرة (مسألة رقم ١٠).

١٣٣- مكرر: نصف الكرة.

١٣٤- فتاة تمسك وعاء للدهان على هيئة نصف كرة (الأسرة الثامنة عشرة).

١٣٥- آنية عليها نقوش محفورة من إقليم اللورين، نيجيريا: نصف كرة.

١٣٦- تربيع الدائرة فى مصر مسألة رقم ٤٨ من بردية راند (حوالى ١٦٥٠ ق.م).

١٣٧- مساحتا المربع والدائرة متساويتان تقريبا.

١٣٨- الدائرة ممثلة بمثمن غير منتظم.

١٣٩- تربيع الدائرة الذى قام به أرشميدس (حوالى ٢٨٧-٢١٢ ق.م).

١٤٠- منزل على هيئة مخروط - إسطوانة فى أفريقيا السوداء (ل. زاسلافسكى).

١٤١- منزل على هيئة مخروط - إسطوانة فى النوبة ، ثقافة الكيرما (١٧٥٠-١٥٥٠ ق.م).

١٤٢- مخروط، كرة، إسطوانة: ثلاثة أشكال تكون عائلة (دائرة).

١٤٣- حول الكرة والإسطوانة عند أرشميدس.

١٤٤- إسطوانة مرسومة حول كرة (شيخ أنتا ديوب).

١٤٥- أوزان مدموغة من الحجر، الدولة الحديثة (المتحف البريطانى).

١٤٦- أوزان متنوعة مستخدمة فى المــوازين (المتحــف المــصرى فــى تورينو، إيطاليا).

١٤٧- أثقال ذات تقاليد أسلوبية هندسية لوزن الذهب فى إقليم أكان (غانا – ساحل العاج).

١٤٨- الميزان المصرى، الأسرة الخامسة (٢٤٥٠-٢٢٩٠ ق.م).

١٤٩- ميزان مصرى له جزء منزلق (١٥٠٠ ق. م).

١٥٠- وزن من الذهب (آخر الأسرة الثامنة عشرة).

١٥١- تسجيل وزن الذهب (الدولة الحديثة).

١٥٢- ميزان يدوى، تومبوكتو، مالى (ف. دوبوا ، ١٨٩٧).

١٥٣- آنية إغريقية: منظر وزن وتعبئة البضائع (القرن السادس ق.م) يشبه تماما التمثيل المصرى.

١٥٣- مكرر: منظر وزن الكتان، آنية من نــوع الليكثيــة عليهــا أشــكال مرسومة باللون الأسود، أثينا، حوالى ٥٦٠ ق.م، نيويورك، متحف الميتروبوليتــان للفن.

١٥٤- الوزن المصرى للأفعال وروح المتوفى (الدولة الحديثة).

١٥٥- آنية يونانية: الإله هيرمس يزن أرواح الموتى (متحف الوفر).

١٥٦- شادوف مصرى: تطبيق مبدأ الرافعة (طيبة، مقبرة رقم ٢١٧).

١٥٧- الساقية النوبية (س. كيروبينى، ١٨٤٧).

١٥٨- نظام موازن المياه بمصر (الدولة القديمة: ٢٧٨٠-٢٢٨٠ ق.م).

١٥٩- نظام موازن المياه بمصر (عصر العمارنة: حوالى ١٣٧٠ ق.م).

١٦٠- نظام موازن المياه بالنيجر.

١٦١- موتيفات هندسية للزخرفة المصرية: فريزات من اللوتس، حليات ملفوفة على شكل حرف c، وحرف s.

١٦٢- فريزات من طيبة (عن ج. جيكييه).

١٦٣- زخرفة سقف في مير: استخدام الحلزونات (الدولة الوسطى: ٢٠٥٢-١٧٧٨ ق.م).

١٦٤- زخرفة سقف: حلزونات وزهور (الدولة الحديثة: ١٥٦٧-١٠٨٥ ق.م).

١٦٥- سقف مقبرة رمسيس الثانى (١٣٠١- ١٢٣٥ ق.م) زهور ، دوائر ، حلزونات ملفوفة على شكل حرف s،c، مستطيلات.

١٦٦- زخرفة قصر آشور بانيبال (٦٦٨-٦٢٦ ق.م): شجيرات نخيل مع أزهار اللوتس مأخوذة من مصر.

١٦٧- موتيفات مصرية على أوانى عصر ما قبل الأسرات حوالى ٤٠٠ ق.م: لا تزال مرسومة بكتابات هيروغليفية معينة من عصر الأسرات.

١٦٨- أوان وموتيفات هندسية من لوجون العليا، تشاد (د. ب. دى بيدرال، ١٩٤٨).

١٦٩- الأساليب الفنية الهندسية لأوانى تشاد (١٩٤٨).

١٧٠- الأساليب الفنية الهندسية لأوانى تشاد (١٩٤٨).

١٧١- أسماء الأوانى التشادية من موتيفاتها الهندسية واستخداماتها (١٩٤٨).

١٧٢- أسماء الأوانى التشادية من موتيفاتها الهندسية واستخداماتها (١٩٤٨).

١٧٣- أوان محفرة هندسيا من النيجر: مدرسة كونى (و. يورفوى ، ١٩٥٥).

١٧٤- أوان محفرة هندسيا من النيجر: مدرسة داميرجو- داجناجارام (١٩٥٥).

١٧٥- أوان محفرة هندسيا من النيجر: مدرسة داميرجو- داجنا جارام (١٩٥٥).

١٧٦- وعاء لحفظ الحناء من النيجر: فى الكتابة الهيروغليفية كلمة "جمال" تبدو مكتوبة على وعاء الحناء.

١٧٧- الزخرفة الهندسية للخزفيات بالنيجر: مدرسة كيتا (١٩٥٥).

١٧٨- موتيفات هندسية على منسوجات كوبا، زائير (كاسانى).

١٧٩- خرائط مناجم الذهب المصرية (الأسرة التاسعة عشرة).

١٨٠- خريطة نصف الكرة الهومرية.

١٨١- خرائط هيكاتيوس، هيباركوس، وبطليموس.

١٨٢- التصويب التقليدى لخريطة إراتوستين (عن س. موللر).

١٨٣- جغرافية سترابون.

١٨٤- خريطة أفريقيا من الداخل لبطليموس.

١٨٥- جبال القمر عن المسعودى (القرن الحادى عشر).

١٨٦- خرائط أفريقيا عن الإدريسى و"لآلئ الحكمة".

١٨٧- خرائط أفريقيا عن روش وسيلفانوس.

١٨٨- خرائط أفريقيا عن فيرازونو وسباستيان كابوت.

١٨٩- خريطة أفريقيا عن كتاب جغرافيات القرن السادس عشر والسابع عشر.

١٩٠- خريطة أفريقيا لكونستابل.

١٩١- عنوان بردية راند عن الأصل باللغة الهيراطيقية (المتحف البريطانى).

١٩٢- طاليس الميلاوى (حوالى ٦٤٠- حوالى ٥٤٧ ق.م).

١٩٣- الصفحة ٢٤٤ من "قواعد اللغة المصرية القديمة" لشامبليون (١٨٣٦).

١٩٤- الأعداد المصرية طبقا لست برديات رياضية.

١٩٥- الهندسة والأنثروبولوجيا الفيزيائية للجمجمة: مصر (عصر العمارنة) وشمال شرق زائير (شعب المانجبتو).

١٩٦- رأس أميرة من العمارنة وسيدة من المانجبتو: تماثل فى شكل الجمجمة.

١٩٧- أميرات العمارنة وأمراء المانجبتو: منظر يظهر روح التعاطف والمحبة.

١٩٨- رأس أميرة من العمارنة وأميرة من توتسى من رواندا: نفس الجمجمة والرأس.

١٩٩- رأس تمثال ضخم لتحوتمس الثالث (الدولة الحديثة): وصلت الإمبراطورية المصرية لأوج مجدها واتساع رقعتها تحت حكم ذلك الفرعون.

المؤلف فى سطور:

ثيوفيل أوبينجا Theophile Obenga

- عالم مصريات إفريقى.
- مدير مجلة المصريات والحضارات الإريقية عنخ ANKH

مؤلف الكتب التالية:

- L'Afrigue dans L'anliguite (1964)
- Laphilosophie africaine de la periode
- Pharaonigue (1990)
- Origine Commune de L'egyplien ancen

والكتاب هو الكراسة الأولى للمعهد الإفريقى للمصريات شيخ أنتا ديوب

المترجم فى سطور:

حسام الدين زكريا

- ماجستير هندسة ميكانيكية – جامعة الإسكندرية، وعميد بحرى متقاعد.
- عضو اتحاد الكتاب وأتيليه الإسكندرية.
- يشارك فى الحركة الثقافية منذ أوائل السبعينيات بمقالات فى المجالات والدوريات الفنية ومحاضراته فى تذوق الفنون، والموسيقى على نحو خاص.

صدر له:

- جوستاف مالر الرومانتيكيين ١٩٦٦.
- أنطون بروكنر ١٩٧٧.
- العلم والموسيقى (ترجمة) ١٩٩٧.
- الجزء الأول (المصطلحات والمصنفات) من المعجم الشامل للموسيقى العالمية (أربعة أجزاء) ٢٠٠٤.
- موسوعة الطفل (مترجم ومحرر مشتارك).
- عجائب المسقبل (مترجم ومحرر مشارك).
- ثورة الإنفوميديا (ترجمة) –سلسلة عالم المعرفة – الكويت – العدد ٢٥٣ – ٢٠٠٠.
- الموسوعة البريطانية (Concised) Incyclopedia Br.

له تحت الطبع:

- قصة الأوبرا (ترجمة) – المجمع الثقافى – أو ظبى.
- موسيقى الشعوب (ترجمة).
- المرأة على ساحة الإبداع الموسيقى العالمى.
- سيمفونيات بيتهوفن بين يديك.
- أستاذ منتدب بكلية الفنون الجميلة جامعة الإسكندرية لتدريس التذوق الموسيقى والمصطلحات الفنية.

التصحيح اللغوى : **وجيه فاروق**

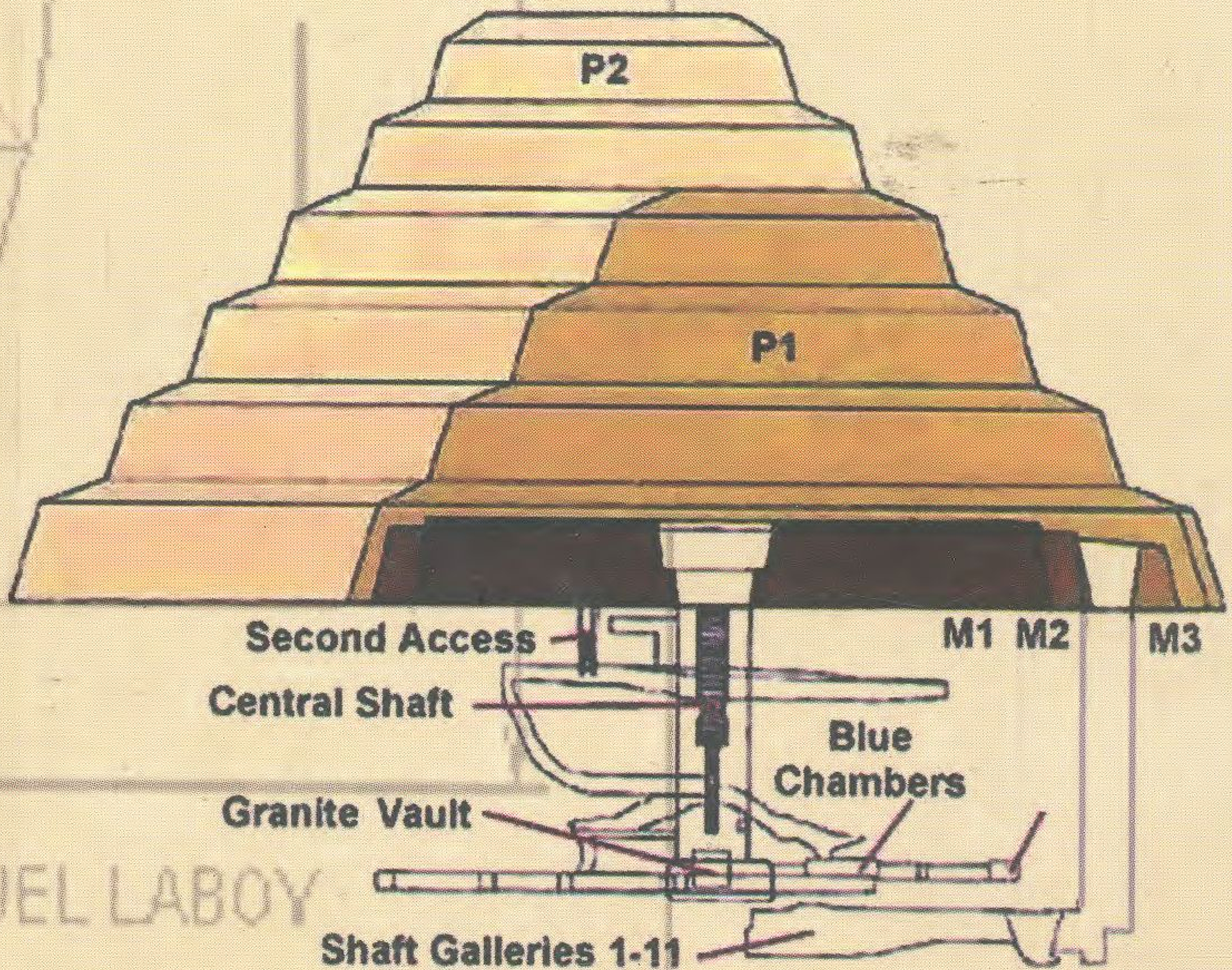
الإشراف الفنـــى : **حســـن كامل**



هذه هى الكراسة الأولى من إصدارات المعهد الإفريقى للمصريات الشيخ أنتا ديوب وهو دراسة فى المعرفة الهندسية التى ازدهرت فى مصر الفرعونية .

والنص مصاغ فى أسلوب تعليمى وملخص. ولم يكن من السهولة بمكان أن نتخلى عن التأريخ لتلك الابتكارات المحكمة للروح الإنسانية وهى الهندسة، حيث أقر اليونانيون أن الهندسة الصحيحة قد نمت وتطورت لديهم بدءًا مما تلقوه من المصريين فى ذلك الصدد.

والكتاب مساهمة كبرى فى التعرف على التاريخ العلمى والثقافى الأفريقى الذى ينتظر تحريره وتقييمه.



تصميم الغلاف / نسرين كفل